



XXV ENCUENTRO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

5, 6 y 7 de septiembre de 2012
Santiago de Compostela

Organizan



Editor: Domínguez Castiñeiras, J.M.

ISBN: - +, !, (!* -)!(* +' !(
.....8@. '7 %+&(!&\$%&'

Índice

Reflexiones sobre los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales <i>Perales Palacios, F.J.</i>	3
---	---

Conferencias plenarias

Las prácticas científicas en la investigación y en la clase de ciencias. <i>María Pilar Jiménez Aleixandre</i>	9
Cómo facilitar la modelización científica en el aula. <i>Andres Acher</i>	15
Ayer, hoy y mañana de la investigación en la enseñanza de las ciencias. <i>Roque Jiménez Pérez</i>	21

Simposio 1

Desarrollo de las competencias de uso de pruebas, modelización y autoevaluación

Operaciones en el uso de pruebas en la resolución de un problema de acuicultura. <i>Bravo Torija, B., y Jiménez Aleixandre, M. P.</i>	49
La autoevaluación en la resolución de problemas de física. <i>Hinojosa, J. y Sanmartí, N.</i>	59
Análisis de las interacciones verbales en un trabajo práctico con un modelo analógico de una cuenca hidrogeológica. <i>Nebot, M R., Márquez, C. y Sanmartí, N.</i>	67
Uso de pruebas en la evaluación de un enunciado determinista. <i>Puig, B. y Jiménez Aleixandre, M. P.</i>	75

Simposio 2

Propuestas para promover el desarrollo de las competencias científicas

“¿De quién es la huella?": usando pruebas para identificar a los dinosaurios. <i>Blanco Anaya, P., Díaz de Bustamante, J. e Iglesias, T.</i>	85
Las estrategias del profesorado en el desarrollo de la competencia de indagación en el laboratorio. <i>Crujeiras Pérez, B., y Jiménez Aleixandre, M. P.</i>	93
El uso de las controversias sociocientíficas y la lectura crítica para promover la transferencia de conocimientos científicos. <i>Domènech, A. M., Márquez, C. y Roca, M.</i>	101
Dificultades del alumnado al aplicar los conocimientos de ciencia en el análisis de un artículo de prensa: propuestas de mejora. <i>Oliveras, B., Márquez, C. y Sanmartí, N.</i>	109

Comunicaciones orales

El aprendizaje por investigación en ESO: creencias del profesorado en ejercicio y en formación. <i>Abril, A.M., Ariza, M.R., Quesada, A. y García, F.J.</i>	121
Formación sobre Naturaleza de la Ciencia en el Master de Profesorado de Secundaria. <i>Benarroch, A., Cepero, S., Jiménez, R., López-Gay, R. y Perales, F. J.</i>	129

El portafolios digital personal. Un poderoso instrumento para el aprendizaje en el Máster de Profesorado. <i>Gil, José J., de Echave, A. y Roda, V.</i>	137
Identificación de los elementos esenciales en un diseño curricular ‘por competencias’. <i>Izquierdo M., Márquez C. y Cabello, M.</i>	145
Audiovisuales sobre el Practicum en el Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria de Física y Química. <i>Martínez Aznar, M^a M. y Lamas Calzada, S.</i>	151
Ideas del profesorado de secundaria en formación inicial sobre los mapas conceptuales y sus aplicaciones educativas. <i>Pontes, A., Serrano, R., Varo, M. y Muñoz, J.M.</i>	157
Actividades de enseñanza, calentamiento global y desarrollo de la competencia científica en la ESO. Una propuesta para la formación inicial del profesorado de ciencias. <i>Rueda, J.A., Blanco, A., España, E. y De Pro, A.</i>	165
Qué dicen esperar y qué dicen que han encontrado los estudiantes del MAES, en la especialidad de Ciencias. <i>Solís, E., Martín del Pozo, R. y Rivero, A.</i>	173
La comprensión sobre naturaleza de la ciencia del profesorado: una propuesta integral de formación desde un análisis de caso. <i>Vázquez, Á., Manassero, M. A., Bennàssar, A., Ariza, M. R.</i>	181
Aportaciones del aprendizaje con analogías al desarrollo del pensamiento modelizador de los alumnos en química: aprendiendo a trabajar con múltiples modelos. <i>Aragón, M^aM.; Oliva, J.M^a; Navarrete, A.</i>	189
Enseñanza de las Ciencias: indagación guiada en las prácticas escolares. <i>Aragüés, A.</i>	197
¿Por qué los escolares no aprenden conocimientos y hábitos saludables relacionados con la alimentación?: Opinión del profesorado. <i>Banet, E.</i>	205
La competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico en las pruebas de evaluación de diagnóstico para 2º de la E.S.O. en Andalucía. <i>Cañas, A., Lupión, T. y Nieda, J.</i>	213
¿Puede cambiar la motivación del alumnado hacia el aprendizaje a partir de una experiencia de investigación escolar? El caso de un grupo de E.S.O. de ciencias. <i>Carrasco Vega, S. y De las Heras Pérez, M.A.</i>	221
Identificar las claves para mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias mediante un estudio curricular delphi. <i>Charro, E., Gómez, Á., Plaza, S. y Padilla, Y.</i>	229
Opiniones e ideas alternativas de un grupo de alumnos de educación secundaria sobre el cambio climático. <i>Conde, M^a C., Rodríguez, M., Ruiz, C. y Sánchez, J.S.</i>	235
¿Qué saben y piensan enseñar los futuros profesores de primaria sobre el contenido de la materia? Un estudio de la amplitud, diversidad y organización conceptual. <i>Contreras, S., Cruz, M.A. y González, A.</i>	243
Importancia otorgada a las salidas al medio natural por los profesores en formación de Biología y Geología: Relaciones entre las experiencias vividas como alumnos y sus concepciones como docentes. <i>Costillo Borrego, E., Borrachero Cortés, A. y Cubero Juárez, J.</i>	253

Análisis del Origen de Concepciones Alternativas, en Internet, entre los Conceptos de Aparato y Sistema en Anatomía y Fisiología. <i>Cubero, J., Costillo, E., Calderón, M.A., Ruiz, C.</i>	261
Previsiones y valoración de los maestros en formación sobre la indagación en la educación primaria. <i>De la Gándara, M., Gil Quílez, M.J., Cortés, A.L., Calvo Hernández, J.M. y Martínez Peña, M.B.</i>	269
El desarrollo de una ecoauditoría para trabajar el consumo y el ahorro energético en educación primaria. <i>de Pro Bueno, A., Rodríguez Moreno, J.</i>	277
CDC en la formación inicial de maestros: actividades de laboratorio. <i>de Pro Chereguini, C.</i>	285
Influencia del ajuste de la carga de trabajo autónomo del estudiante de magisterio sobre su rendimiento académico. <i>Escobar, T., Vilchez, J. E. y Ceballos, M.</i>	293
Implicaciones socioeconómicas de un problema ambiental: la perca del Nilo en los supermercados del barrio. <i>Esteve Guirao, P., González Veracruz, D. y Jaén García, M.</i>	301
Evaluación de las competencias científicas de alumnos de primer año de facultad. <i>Falicoff, C. B., Domínguez Castiñeiras, J. M. y Odetti, H. S.</i>	309
Conceptualización de la materia. <i>Fernández Durán, E. y Solano Martínez, I.</i>	317
La investigación en el aula de un recurso: el agua. <i>Fernández, J. y García, J.E.</i>	325
Ciencias para el Mundo Contemporáneo desde la perspectiva del profesorado. <i>Figueroa Varela, A. M^a. y Martínez Losada, M.</i>	333
Aplicación de criterios básicos de clasificación de la materia por alumnos de Primaria. <i>Galán Martín, P. y Martín del Pozo, R.</i>	341
La argumentación del profesorado ante un problema real. <i>García de Cajén, S. y Domínguez Castiñeiras, J.M.</i>	349
Vision del profesorado de ciencias sobre la competencia en uso de pruebas científicas. <i>Garrido Espeja, A. y Couso, D.</i>	357
Diferencias entre contextos científicos y contextos de la vida diaria en resolución de problemas con enunciado. <i>Gómez, C.; Solaz-Portolés, J. y Sanjosé, V.</i>	365
La actitud hacia la clase de física del estudiantado de secundaria de Chile. <i>Gómez, Y., Quintanilla, M., Lires, M.</i>	373
El concepto de enlace químico en los libros de texto: dificultades de aprendizaje detectadas. <i>González-Felipe, Ma. E., Vázquez-Moliní, A., Aguirre-Pérez, C.</i>	381
La astronomía en primaria. Qué contenidos y qué habilidades cognitivo-lingüísticas se están enseñando. <i>González Rodríguez, C., García Barros, S. y Martínez Losada, C.</i>	391
Esquemas de pensamiento de estudiantes universitarios sobre la cantidad de agua del planeta. <i>González-García, F. y Fernández-Ferrer, G.</i>	399
Percepción del estudiantado de Enseñanza Secundaria Obligatoria acerca de la utilización de la imagen en clases de biología: estudio exploratorio con grupo de discusión. <i>González, P., Vildósola, X. y Giné, N.</i>	407

La realidad de la actividad experimental científica en las escuelas en educación primaria. <i>Ibarra Murill, J. y Gil Quílez, M^a.J.</i>	415
Validez del concepto de velocidad media en la enseñanza. <i>Jiménez Gómez, E., Fernández Durán, E. y Solano Martínez, I.</i>	423
Percepciones de los futuros maestros de primaria en torno a los modelos analógicos como recurso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. <i>Jiménez-Tenorio, N., Macías, C., Navarrete, A. y Oliva, J.M^a</i>	431
As WebQuests e a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo centrado no tema Som e Luz. <i>Leite, L., Dourado, L., Gomes, A.</i>	439
¿Qué y cómo investigan los maestros sobre su práctica educativa? <i>López Banet, L. y Pro Chereguini, C.</i>	447
Los conocimientos del alumnado sobre reproducción y sexualidad humana. Un estudio de caso. <i>Luque Bago, M. y Jiménez Pérez, R.</i>	455
Las semillas no necesitan la luz para germinar. <i>Maguregi, G.</i>	465
Diseño de un cuestionario para evaluar una propuesta de formación inicial de maestros. <i>Martínez-Chico, M., López-Gay, R. y Jiménez-Liso, R.</i>	473
Concepciones y Prácticas docentes e investigativas del profesorado universitario de ciencias. <i>Martínez-Galaz, C.</i>	483
Efecto de las TIC y el aprendizaje cooperativo en el aprendizaje de la termodinámica. <i>Méndez Coca, D.</i>	491
Uso de la V de gowin como estrategia metacognitiva para mejorar el aprendizaje basado en un guión experimental de ingeniería química. <i>Méndez, L., Trejo, L.M. y Delgado, T.</i>	499
Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia. <i>Morgado, S. y Leite, L.</i>	511
Una propuesta para la identificación, caracterización y evaluación de la abstracción en educadoras de párvulo a través del desarrollo de talleres para la promoción de competencias para valoración de la ciencia. <i>Olivares, C., Merino, C. y Quiroz, W.</i>	519
Desarrollo de competencias científicas durante la implementación de una propuesta didáctica sobre Termoquímica en Bachillerato. <i>Pereira García, I. y Domínguez Castiñeiras, J. M.</i>	525
Competencias en Salud. Estudio preliminar en el ámbito relacionado con el Medio Ambiente en la Educación Obligatoria. <i>Pérez de Eulate, L., Gavidia, V., Llorente, E. y Díez, J. R.</i>	535
Tratamiento del concepto de energía en los libros de texto de biología. <i>Pérez Murugó, M. y Marbà Tallada, A.</i>	543
Diseño de cuestionario para la evaluación de la percepción del profesorado de la implementación de la tecnología EXAO en secundaria. <i>Pino Álvarez, A., Jiménez-Liso, M. R. y Jiménez-Valladares, J.D.</i>	551
Conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros: un instrumento para detectarlo. <i>Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E. y Porlán, R., Hamed, S.</i>	559
Ciencias para el Mundo Contemporáneo: ¿qué sabe el alumnado que no es de ciencias? <i>Romero, F. y de Pro Bueno, A.</i>	569

¿Se potencian en clase de ciencias las competencias exigidas en la política educativa? Un estudio de caso en el contexto Catalán. <i>Ruiz Ortega, F.J.</i>	577
Un estudio acerca de los obstáculos que encuentran los estudiantes de maestro en su formación sobre la investigación escolar. <i>Ruiz Pacheco, N. J.</i>	585
El desarrollo profesional de una profesora de secundaria en un programa de investigación-acción en la enseñanza aprendizaje de la fotosíntesis. <i>Ruiz, C., Pinto, F., Domingos-Grilo, P. y Mellado, V.</i>	593
Dificultades en la construcción del conocimiento científico detectadas analizando grabaciones de una actividad con maestros en formación. <i>Sáez Bondía, M.J. y Cortés Gracia, A.L.</i>	601
Propuesta indagativa para el aprendizaje de las fases de la luna y su causa. Análisis preliminar. <i>Uskola, A.</i>	609
La Secuenciación de Actividades en el aula de Ciencias: Estudio de un Caso de larga duración. <i>Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Mellado Jiménez, V. y Taboada Leñero, M^a Carmen</i>	617
El sistema Sol-Tierra-Luna en Educación Primaria. Una propuesta de actuación. <i>Vílchez-González, J. M. y Ramos-Tamajón, C. M.</i>	625
Implementación de una secuencia de enseñanza de la inducción electromagnética basada en la investigación. <i>Zuza, K. y Guisasola, J.</i>	633
Una experiencia de desarrollo de competencias científicas mediante el método de proyectos. <i>Álvarez-Lires, M., Arias-Correa, A., Pérez-Rodríguez, U., Serrallé, J.F., Varela, M. y Álvarez Lires, F.J.</i>	641
O uso do filme de animação no ensino de ciências no primeiro ano do ensino fundamental. <i>Blasbalg, M. H. y Arroio, A.</i>	649
El aprendizaje del equilibrio de fases de un componente en estudiantes universitarios de Química. <i>Flores Almazán, S. y Trejo Candelas, L. M.</i>	657
¿Qué debemos enseñar de la biodiversidad en 4 ^o eso? <i>Fuentes Silveira, M.J. y García Barros, S.</i>	669
Horto de Amato Lusitano – Um espaço de educação não formal na formação em ciências de professores para o ensino básico. <i>Jorge, F.R. y Paixão, F.</i>	675
Una mirada al Medio Natural, Social y Cultural a través de las Redes Sociales. <i>Lorca-Marín, A.A., Vázquez-Bernal, B. y Wamba Aguado, A.M.</i>	683
Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros. <i>Martín del Pozo, R., Rivero, A., Solís, E., Porlán, R., Rodríguez, F., Azcárate, P. y Ezquerro, A.</i>	691
Monte multifuncional: una actividad para trabajar la conservación de la naturaleza en contextos locales. <i>Montero Vilar, S., Brown, D. y García-Rodeja Gayoso, I.</i>	699
“Las patatas pueden crecer en el aire”: KidsINNscience. <i>Otero, S., Blanco Anaya, P., García-Rodeja, I., González S., Real, S., Taboada, F., Valiño, L., Vázquez D. y Vidal, A.</i>	707
Diseño de una propuesta didáctica para usar las analogías en el aula. <i>Pastor Ruiz, P.J. y González González, B.M.</i>	715

Observamos nuestro sol. Una estrategia para educación primaria. <i>Pérez-Guzmán, C. y Vilchez-González, J. M.</i>	725
Las asambleas de huerto como herramienta para trabajar la toma de decisiones en Educación para la Sostenibilidad. <i>Rekondo, M., Espinet, M. y Fitó, A.</i>	733
El uso didáctico del vídeo para aprender a enseñar ciencias. <i>Rodríguez, F., Ezquerro, A., Rivero, A., Porlán, R., Azcárate, P., Martín del Pozo, R., Solís, E.</i>	741
“Pinya, força i manilles”. Física en contexto en la educación secundaria obligatoria. <i>San José, A., García, G. y Civil, R.</i>	747
Las unidades didácticas desde un enfoque CTS-Arte en la Asignatura CMC. <i>Serón, F.J., Fernández Manzanal, R. y Sánchez González, D.</i>	755
Fabricación de una balanza. <i>Solano Martínez, I. y Fernández Durán, E.</i>	763
Co-enseñando la indagación científica en inglés en talleres inter-nivel: una experiencia AICLE innovadora en Educación Primaria. <i>Valdés, L., Dallari, L., Aguas, M. y Espinet, M.</i>	771
Habilidades espaciales y competencias en Ingeniería Química. <i>Valiente Barderas, A.</i>	779
Un proyecto de ciencias en el aula de infantil: las abejas. <i>Valín, A., Moledo, L., López Maceiras, M. y García-Rodeja, I.</i>	787
Aprendizaje autónomo en las Ingenierías, fundado en una evaluación de carácter formativa. <i>Zubimendi, J.L. y Ruiz Ojeda, M.P.</i>	795
Estrategias discursivas de los familiares en la construcción de un tercer espacio, en una actividad de agroecología escolar en comunidad. <i>Amat, A. y Espinet, M.</i>	803
Descripción de un estudio Delphi para caracterizar la competencia científica deseable para la ciudadanía. <i>Blanco, A., España, E. y González, F. J.</i>	811
Visibilidad de las científicas en la educación y la cultura actual. <i>Carrasquilla Carmona, A. y Jiménez López, M^a A.</i>	819
Expectativas iniciales del alumnado y algunas repercusiones en la asignatura de Didáctica del medio físico-químico en el Grado de Maestro de Educación Primaria. <i>De Echave, A., Ferrer, L.M., Morales, M.J., Pueyo, J.L. y Serón, F.J.</i>	827
El proceso de profesionalización docente en las primeras catedráticas de ciencias experimentales de instituto en España. <i>Delgado, M^aA., López, J. D. y López, L.</i>	835
¿Constituye el tema del agua una controversia socio-científica en la prensa almeriense? <i>Díaz-Moreno, N. y Jiménez-Liso, M^a R.</i>	843
Evaluación de una metodología participativa para el tratamiento de los alimentos transgénicos en cursos de posgrado sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad. <i>Enrique, C., Cabo, J.M. y Morales, M.</i>	851
Una exploración sobre la difusión de los nuevos grados: ingeniería química para futuros estudiantes. <i>Ezquerro, A. y Polo, A.</i>	861
Investigación didáctica en un curso titulado: “Mujeres científicas en los currículos escolares” <i>Jiménez López, M^a A. y Carrasquilla Carmona, A.</i>	871

¿Qué aporta la historia de la enseñanza de las ciencias experimentales en Secundaria al Master en Formación del Profesorado? <i>López, J. D., Delgado, M^a A. y López, L.</i>	879
Creencias y opiniones que Pedagogos en formación tienen ante los nuevos enfoques en la enseñanza de las ciencias. <i>Martín, C. y Prieto, T.</i>	889
Encuesta para el estudio de la percepción sobre Ciencia y Tecnología del alumnado de Secundaria. Proyecto STIMULA. <i>Martínez Martínez, J.I. y Sánchez González, M.D.</i>	897
¿Qué piensan los estudiantes sobre el bienestar animal? <i>Mazas Gil, B., Fernández Manzanal, R. y María Levrino, G.A.</i>	907
Humanizando las ciencias: un aprendizaje para la vida a través de una Perspectiva Patrimonial Integral. <i>Morón, H., Wamba, A.M y De las Heras, M^aA.</i>	915
Problemas Ambientales Globales: ¿qué saben nuestros alumnos y sus futuros educadores? <i>Muñoz, A., Martín, P., Peña, J. y Arillo, M.A.</i>	923
Una propuesta didáctica de análisis de género a través del medio: el agua en la historia y vida de las mujeres. <i>Peinado Rodríguez, M. y Rueda Parras, C.</i>	929
Análisis de las ideas del profesorado de ciencias experimentales acerca de la metodología científica. <i>Silva, V. y Orihuela, P.</i>	937
Análisis del pensamiento crítico de los estudiantes a partir del abordaje de las cuestiones sociocientíficas. <i>Torres, N. y Solbes, J.</i>	945
La física y la química en el grado de magisterio: Un reto para los alumnos, un reto para la facultad. <i>Cid Manzano, R. y Bravo Torija, B.</i>	953
Las colecciones de los gabinetes de física antiguos. Un estudio comparativo. <i>Fernández González, M. y Sánchez Tallón, J.</i>	961
Los ecosistemas y los biotopos: un recurso didáctico para la enseñanza – aprendizaje de la física y de la química para futuros maestros más allá del aula laboratorio. <i>García Fernández, B., Sánchez Vizcaíno, J. y Mateos Jiménez, A.</i>	969
Sistema de Evaluación-Innovación basado en el “recuerdo” de educadoras ambientales. Valoración de las experiencias vividas relacionadas con el ahorro y la eficiencia energética <i>García Rodríguez, M.C. y Jiménez Liso, R.</i>	975
Química cotidiana. Su diversidad expositiva. <i>Jiménez Granados, J. y Fernández González, M.</i>	985
Conocimiento Didáctico del Contenido sobre el Campo Eléctrico. <i>Melo, L., Cañada, F., Mellado, V. y Díaz, M.</i>	993
Una herramienta para la evaluación de las presentaciones orales del profesorado de Ciencias en formación. Desarrollo de la competencia comunicativa. <i>Roda Calvera, V.M. y Sánchez-González, M.D.</i>	999

Pósteres

Delimitación y definición del contexto. Medio Ambiente y Sostenibilidad para el diseño de un modelo de competencia científica. <i>Acebal, M. del C. y Brero, V.</i>	1009
Autoevaluación de competencias en asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Máster en Profesorado de Secundaria. <i>Acebal, M. del C., Brero, V. y España, E.</i>	1017
Las emociones que experimentan los futuros profesores de Secundaria al impartir contenidos científicos. <i>Borrachero, A.B., Costillo, E. y Brígido, M.</i>	1025
Diseño, aplicación y evaluación de intervenciones en el ámbito de la experimentación en el marco del Practicum II de Educación Infantil (0-3). <i>Castelltort, A. y Sanmartí, N.</i>	1031
La Energía en la Interacción Térmica: Una propuesta de intervención en el Máster de Profesorado de Secundaria mediante secuencias estructuradas de contenido. <i>Cervantes Madrid, A., Perales Palacios, F.J. y Vilchez González, J.M.</i>	1043
Un estudio sobre la enseñanza de la estructura física de la materia en Bachillerato. <i>Cordobés, J.M., Legido, Xl. y Ulla, A.</i>	1051
¿Qué ciencia escolar sugiere el currículum de Primaria español respecto al de países como Reino unido (U.K.) o USA? <i>Criado García-Legaz A.M., Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A. y Cañal de León, P.</i>	1059
La resolución de problemas abiertos a través de un itinerario didáctico en el río Tinto. <i>De las Heras, M.A., Jiménez-Pérez, R., Quintero, C., Romero, R. y Lorca, A.A.</i>	1067
Influencia de los procesos metacognitivos, afectivos y sociales en el aprendizaje de las reacciones químicas en alumnos de tercer ciclo, en Portugal. <i>Encarnaçao, C.M., Jiménez-Pérez, R., Mellado, V. y Vázquez-Bernal, B.</i>	1075
Concepciones previas de estudiantes de 3º de E.S.O. sobre la salud bucal y el deterioro de los dientes. <i>Franco-Mariscal, A. J. y Blanco-López, A.</i>	1085
La energía en la formación de maestros. <i>García Barros, S., Martínez Losada, C., González Rodríguez, C. y Bugallo, A.</i>	1093
La selección de contenidos en los programas de estudio de Química y Ciencias Naturales chilenos: análisis de los niveles macroscópico, microscópico y simbólico. <i>González, A. y Contreras, S.</i>	1101
Las conductas de investigación del alumnado como eje vertebrador del diseño de actividades innovadoras para la escuela. <i>Hernández Abenza, L. y Hernández Torres, C.</i>	1111
Planificación Docente en el Máster en Ciencia y Tecnología en Termalismo y Balneoterapia. <i>Legido, J.L., Meijide, R., Mourelle, L. y Casás, L.M.</i>	1119
Elaboración de material docente para la materia “Atmósfera y clima” mediante sistemas informáticos basados en Adobe (PhotoShop, After Effects y Premier) <i>Legido, N., Gael, G., Legido, J.L. y García-Garabal M.</i>	1127
Análisis del contenido de enseñanza: las reacciones de oxidación-reducción en libros de texto de Educación Secundaria. <i>López Benjumea, C. y Sánchez Blanco, G.</i>	1133

Análisis de una propuesta de formación científica en el grado de maestro en educación infantil.	
<i>López Luengo, M.A., Gil Puente, M.C., Verde Romera, A.M. y Vallés Rapp, C.</i>	1141
El lenguaje científico y las leyes de los gases.	
<i>Márquez López, J. R., Carmona Gutiérrez, G. y Moreno Rodríguez, A.</i>	1149
Argumentación en el aula de ciencias. El modelo de Toulmin.	
<i>Márquez Specia, M. N., Márquez López, J. R. y Romero Arenas O.</i>	1157
Concepciones alternativas de alumnos del tercer ciclo de Educación Primaria sobre la energía.	
<i>Martínez-Lozano, V., Arevalo, M.J., Gil, M.V., Cubero, J., Melo, L. y Cañada, F.</i>	1165
La Casa Colón (Huelva) como recurso para la alfabetización científica y la educación ciudadana.	
<i>Matas Ruiz, L. y Wamba Aguado, A.M.</i>	1171
Las definiciones de los conceptos de Población y Especie en los libros de texto de Secundaria.	
<i>Merino-Espinosa, G., Jiménez-Tejada, M.P., Romero-López, M.C. y González-García, F.</i>	1179
Creencias sobre Ciencia, su Enseñanza y Aprendizaje en Educadores de Párvulos y su influencia en la implementación del programa tus competencias en ciencias (TCC).	
<i>Merino, C., Magna, C., Olivares, C., Avalos, K., Navarro, A. y Quiroga, M.</i>	1187
¿Cómo influye el clima y sus variaciones en el crecimiento de las hojas de los árboles?	
<i>Míguez Rodríguez, L.J., de Paz Villasenín, C. y González Rodríguez, C.</i>	1195
Nociones de aprendizaje, enseñanza y competencias de pensamiento científico (CPC) en profesores de química en formación.	
<i>Molina, N., Arellano, M., Merino, C., Jara, R. y Quintanilla, M.</i>	1203
Relación entre el aprendizaje y el tipo de actividad que se realiza en la visita a un centro de ciencias.	
<i>Morentin, M., Echevarría, I., Zamalloa, T. y Ajuria, I.</i>	1211
Valoración del desempeño docente en el marco de una propuesta multidisciplinaria para la escuela secundaria.	
<i>Ortolani, A. E., Raffaelli, J.M. y Odetti, H.S.</i>	1221
xplorehealth.eu Experiencia piloto en España.	
<i>de Paz, C., Barciela, P., Míguez, L.J., Castiñeira M.L., Dávila, F., Viña, J. y Fuentes, M.J.</i>	1229
Obstáculos en el aprendizaje de modelos atómicos: pensando el uso de modelos.	
<i>Pessanha, M., Couso, D. y Pietrocola, M.</i>	1235
El herbario virtual, un buen recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias.	
<i>Ponz Miranda, A.</i>	1243
Una experiencia de enseñanza de las ciencias en las Aulas de Desarrollo de Capacidades de la provincia de Teruel.	
<i>Ponz Miranda, A., García Mangas, A. y Arjona Vicente, A.</i>	1251
Animaciones audiovisuales para una didáctica de la Teoría de la Relatividad Especial basada en la formulación geométrica de Minkowski.	
<i>Prado, X. y Domínguez, J.M.</i>	1257
Estudio del Electromagnetismo con medios interactivos en Bachillerato.	
<i>Rial, R.</i>	1265
¿Qué dicen tratar los/as mestros/as del último ciclo de educación primaria sobre nutrición humana?	
<i>Rivadulla López, J.C.</i>	1275

Formar profesores en ciencias naturales, en tiempos de cambio curricular, en Argentina. <i>Rocha, A., Bertelle, A., Iturralde, C. y García de Cajén, S.</i>	1283
Estudio Longitudinal de las Ideas Previas sobre la Energía en Alumnos de Bachillerato de Ciencias. <i>Roldán-Ruíz, G., Melo, L., Mellado, V. y Cañada, F.</i>	1291
Identificación de ideas previas sobre los conceptos de individuo, población y especie en el alumnado de secundaria. <i>Romero-López, M.C., Jiménez-Tejada, M.P., Merino-Espinosa, G. y González- García, F.</i>	1299
La realización de gráficos como medio de aprendizaje en Biología. <i>Ruiz-Gallardo, J.R., Valdés, A., Sáez, J.M. y Roldán, J.</i>	1307
Aportaciones a la formación científica desde actividades prácticas en el Grado de Maestro de Educación Primaria. <i>Vicente, F., Vallés, C. y López, M^a A.</i>	1313
Prioridad y asociaciones en el uso de materiales para la enseñanza de las ciencias en centros escolares de Primaria. <i>Vílchez, J.E., Escobar, T. y Ceballos, M.</i>	1321
Diagnóstico de la integración de la geodiversidad en el currículo de la ESO. Propuesta de instrumentos y orientaciones para su implantación en centros educativos del territorio de Bizkaia. <i>Zamalloa, T., Sanz, J., Echevarría, I., Maguregi, G. y Fernández, MD.</i>	1329

Premio APICE

Enseñanza de las Ciencias: indagación guiada en las prácticas escolares. <i>Aragüés Díaz, A.</i>	1339
Alimentación y salud en la adolescencia. <i>Villarejo Villar, A.B.</i>	1353
Evaluación de la implementación valoración de la tecnología EXAO en centros de secundaria andaluzes: Antecedentes y diseño de cuestionarios y entrevistas. <i>Pino Álvarez, Ana</i>	1369
Las definiciones de los conceptos de Población y Especie en los libros de texto de Secundaria. <i>Merino Espinosa, G.</i>	1385
Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la sexualidad y la reproducción humana en la enseñanza secundaria obligatoria. Un estudio de caso. <i>Luque Bago, M.</i>	1393
Identificación de ideas previas sobre los conceptos de individuo, población y especie en el alumnado de secundaria. <i>Romero López, M^a C.</i>	1411
Formación inicial de maestros/as para la enseñanza de las ciencias. Opiniones de docentes en activo y de expertos en Didáctica de las Ciencias. <i>Martínez Chico, M.</i>	1419
Análisis de analogías en los libros de texto de ciencias de ESO (física y química) y diseño de una propuesta didáctica. <i>Pastor Ruíz, P.J.</i>	1435

Índice de autores

- Abril, A.M..... 121
Acebal, M. del C. 1009, 1017
Aguas, M..... 771
Aguirre-Pérez, C..... 381
Ajuria, I. 1211
Álvarez Lires, F.J. 641
Álvarez-Lires, M. 641
Amat, A. 803
Andres Acher 15
Anna Marbà Tallada..... 83
Aragón, M^a.M..... 189
Aragüés, A. 197
Aragüés Díaz, A. 1339
Arellano, M..... 1203
Arevalo, M.J..... 1165
Arias-Correa, A..... 641
Arillo, M.A..... 923
Ariza, M. R. 121, 181
Arjona Vicente, A..... 1251
Arroio, A. 649
Avalos, K..... 1187
Azcárate, P. 691, 741
Banet, E. 205
Barciela, P. 1229
Beatriz Bravo y Blanca Puig..... 47
Benarroch, A..... 129, 181
Bertelle, A. 1283
Blanco, A..... 165, 811
Blanco Anaya, P..... 85, 707
Blanco-López, A. 1085
Blasbalg, M. H..... 649
Borrachero, A.B..... 1025
Borrachero Cortés, A..... 253
Bravo Torija, B. 49, 953
Brero, V. 1009, 1017
Brígido, M..... 1025
Brown, D..... 699
Bugallo, A. 1093
Cabello, M..... 145
Cabo, J.M..... 851
Calderón, M.A..... 261
Calvo Hernández, J.M..... 269
Cañada, F. 993, 1165, 1291
Cañal de León, P..... 1059
Cañas, A. 213
Carmona Gutiérrez, G. 1149
Carrasco Vega, S..... 221
Carrasquilla Carmona, A. 819, 871
Casás, L.M..... 1119
Castelltort, A. 1031
Castiñeira, M.L. 1229
Ceballos, M..... 293, 1321
Cepero, S. 129
Cervantes Madrid, A..... 1043
Charro, E. 229
Cid Manzano, R. 953
Civil, R. 747
Conde, M^a C..... 235
Contreras, S. 243, 1101
Cordobés, JM. 1051
Cortés, A.L..... 269
Cortés Gracia, A.L..... 601
Costillo Borrego, E..... 253
Costillo, E..... 261, 1025
Couso, D. 357, 1235
Criado García-Legaz A.M. 1059
Crujeiras Pérez, B..... 93
Cruz-Guzmán, M..... 1059
Cruz, M.A..... 243
Cubero, J. 261, 1165
Cubero Juárez, J. 253
Dallari, L. 771
Dávila, F. 1229
de Echave, A. 137, 827
De la Gándara, M. 269
De las Heras, M.A. 915, 1067
De las Heras Pérez, M.A. 221
Delgado, M^a A. 835, 879
Delgado, T..... 499
de Paz, C..... 1229
de Paz Villasenín, C. 1195
De Pro, A. 165
de Pro Bueno, A..... 277, 569
de Pro Chereguini, C. 285
Díaz de Bustamante, J..... 85
Díaz, M..... 993
Díaz-Moreno, N. 843
Díez, J. R. 535
Domènech, A. M. 101
Domingos-Grilo, P..... 593
Dominguez Castiñeiras, J. M.....
..... 309, 349, 525
Dominguez, J.M. 1257
Dourado, L..... 439
Echevarría, I..... 1211, 1329
Encarnação, C.M..... 1075
Enrique, C..... 851
Escobar, T..... 293, 1321
España, E..... 165, 811, 1017
Espinete, M..... 803, 733, 771
Esteve Guirao, P..... 301
Ezquerria, A. 691, 741, 861
Falicoff, C. B. 309
Fernández Durán, E..... 317, 423, 763
Fernández-Ferrer, G..... 399
Fernández González, M..... 961, 985
Fernández, J..... 325
Fernández Manzanal, R. 755, 907
Fernández, MD. 1329
Ferrer, L.M..... 827
Figuroa Varela, A. M^a. 333
Fitó, A. 733
Flores Almazán, S..... 657
Franco-Mariscal, A. J. 1085
Fuentes, M.J..... 1229
Fuentes Silveira, M.J..... 669
Gael, G. 1127
Galán Martín, P..... 341
García Barros, S. 391, 669, 1093
García-Carmona, A. 1059
García de Cajén, S. 349, 1283
García Fernández, B. 969
García, F.J. 121
García, G. 747
García-Garabal M..... 1127
García, J.E..... 325
García Mangas, A. 1251
García-Rodeja Gayoso, I..... 699
García-Rodeja, I..... 707, 787
García Rodríguez, M.C. 975
Garrido Espeja, A..... 357
Gavidia, V..... 535
Gil, José J..... 137
Gil, M.V. 1165
Gil Puente, M.C..... 1141
Gil Quílez, M^a.J. 269, 415
Giné, N..... 407
Gomes, A. 439
Gómez, Á..... 229
Gómez, C. 365
Gómez, Y..... 373
González, A. 243, 1101
González-Felipe, Ma. E. 381
González, F. J. 811
González- García, F..... 399, 1299, 1179
González González, B.M..... 715
González, P. 407
González Rodríguez, C.....
..... 391, 1093, 1195
González S. 707
González Veracruz, D. 301
Guisasola, J..... 633
Hamed, S. 559
Hernández Abenza, L. 1111
Hernández Torres, C. 1111
Hinojosa, J. 59
Ibarra Murill, J. 415
Iglesias, T.2..... 85
Iturralde, C. 1283
Izquierdo M.,..... 145
Jaén García, M. 301
Jara, R. 1203
Jiménez Aleixandre, M. P..... 49, 75, 93
Jiménez Gómez, E.,..... 423
Jiménez Granados, J. 985
Jiménez-Liso, M^a R..... 551, 843
Jiménez Liso, R. 473, 975
Jiménez López, M^a A..... 819, 871
Jiménez Pérez, R. ..455, 617, 1067, 1075
Jiménez, R. 129
Jiménez-Tejada, M.P..... 1179, 1299
Jiménez-Tenorio, N. 431
Jiménez-Valladares, J.D..... 551
Jorge, F.R. 675
Lamas Calzada, S..... 151
Legido, J.L. 1119, 1127
Legido, N..... 1127

Legido, Xl.	1051	Navarrete, A.	189, 431	Roque Jiménez Pérez	21
Leite, L.	439, 511	Navarro, A.	1187	Rueda, J.A.	165
Lires, M.	373	Nebot, M.R.	67	Rueda Parras, C.	929
Llorente, E.	535	Nieda, J.	213	Ruiz, C.	235, 261, 593
López Banet, L.	447	Odetti, H. S.	309, 1221	Ruiz-Gallardo, J.R.	1307
López Benjumea, C.	1133	Oliva, J.M ^a	189, 431	Ruiz Ojeda, M.P.	795
López-Gay, R.	129, 473	Olivares, C.	519, 1187	Ruiz Ortega, F.J.	577
López, J. D.	835, 879	Oliveras, B.	109	Ruiz Pacheco, N. J.	585
López, L.	835, 879	Orihuela, P.	937	Sáez Bondía, M.J.	601
López Luengo, M.A.	1141	Ortolani, A. E.	1221	Sáez, J.M.	1307
López, M ^a A.	1313	Otero, S.	707	Sánchez Blanco, G.	1133
López Maceiras, M.	787	Padilla, Y.	229	Sánchez González, D.	755
Lorca, A.A.	1067	Paixão, F.	675	Sánchez González, M.D.	897, 999
Lorca-Marín, A.A.	683	Pastor Ruiz, P.J.	715, 1435	Sánchez, J.S.	235
Lupión, T.	213	Peinado Rodríguez, M.	929	Sánchez Tallón, J.	961
Luque Bago, M.	455, 1393	Peña, J.	923	Sánchez Vizcaíno, J.	969
Macías, C.	431	Perales, F. J.	129	San José, A.	747
Magna, C.	1187	Perales Palacios, F.J.	1043	Sanjosé, V.	365
Maguregi, G.	465, 1329	Pereira García, I.	525	Sanmartí, N.	59, 67, 109, 1031
Manassero, M. A.	181	Pérez de Eulate, L.	535	Sanz, J.	1329
Marbà Tallada, A.	543	Pérez-Guzmán, C.	725	Serón, F.J.	755, 827
María Levrino, G.A.	907	Pérez Murugó, M.	543	Serrallé, J.F.	641
María Pilar Jiménez Aleixandre	9	Pérez-Rodríguez, U.	641	Serrano, R.	157
Márquez C.	67, 101, 109, 145	Pessanha, M.	1235	Silva, V.	937
Márquez López, J. R.	1149, 1157	Pietrocola, M.	1235	Solano Martínez, I.	317, 423, 763
Márquez Specia, M. N.	1157	Pino Álvarez, A.	551, 1369	Solaz-Portolés, J.	365
Martin, C.	889	Pinto, F.	593	Solbes, J.	945
Martín del Pozo, R.	173, 341, 559, 691, 741	Plaza, S.	229	Solís, E.	173, 559, 691, 741
Martínez Aznar, M ^a M.	151	Polo, A.	861	Taboada, F.	707
Martínez Chico, M.	473, 1419	Pontes, A.	157	Taboada Leñero, M ^a C.	617
Martínez-Galaz, C.	483	Ponz Miranda, A.	1243, 1251	Torres, N.	945
Martínez Losada, C.	391, 1093	Porlán, R.	559, 691, 741	Trejo Candelas, L. M.	657
Martínez Losada, M.	333	Prado, X.	1257	Trejo, L.M.	499
Martínez-Lozano, V.	1165	Prieto, T.	889	Ulla, A.	1051
Martínez Martínez, J.I.	897	Pro Chereguini, C.	447	Uskola, A.	609
Martínez Peña, M.B.	269	Pueyo, J.L.	827	Valdés, A.	1307
Martín, P.	923	Puig, B.	75	Valdés, L.	771
Matas Ruiz, L.	1171	Quesada, A.	121	Valiente Barderas, A.	779
Mateos Jiménez, A.	969	Quintanilla, M.	373, 1203	Valín, A.	787
Mazas Gil, B.	907	Quintero, C.	1067	Valiño, L.	707
Meijide, R.	1119	Quiroga, M.	1187	Vallés, C.	1313
Mellado Jiménez, V.	617	Quiroz, W.	519	Vallés Rapp, C.	1141
Mellado, V.	593, 993, 1075, 1291	Raffaelli, J.M.	1221	Varela, M.	641
Melo, L.	993, 1165, 1291	Ramos-Tamajón, C. M.	625	Varo, M.	157
Méndez Coca, D.	491	Real, S.	707	Vázquez, Á.	181
Méndez, L.	499	Rekondo, M.	733	Vázquez-Bernal, B.	617, 683, 1075
Merino, C.	519, 1187, 1203	Rial, R.	1265	Vázquez D.	707
Merino Espinosa, G.	1179, 1299, 1385	Rivadulla López, J.C.	1275	Vázquez-Moliní, A.	381
Míguez, L.J.	1229	Rivero, A.	173, 559, 691, 741	Verde Romera, A.M.	1141
Míguez Rodríguez, L.J.	1195	Roca, M.	101	Vicente, F.	1313
Moledo, L.	787	Rocha, A.	1283	Vidal, A.	707
Molina, N.	1203	Roda Calvera, V.M.	999	Vílchez-González, J. M.	625, 725, 1043
Montero Vilar, S.	699	Roda, V.	137	Vílchez, J. E.	293, 1321
Morales, M.	827, 851	Rodríguez, F.	691, 741	Vildósola, X.	407
Moreno Rodríguez, A.	1149	Rodríguez, M.	235	Villarejo Villar, A.B.	1353
Morentin, M.	1211	Rodríguez Moreno, J.	277	Viña, J.	1229
Morgado, S.	511	Roldán, J.	1307	Wamba Aguado, A.M.	683, 1171
Morón, H.	915	Roldán-Ruiz, G.	1291	Wamba, A.M.	915
Mourelle, L.	1119	Romero Arenas O.	1157	Zamalloa, T.	1211, 1329
Muñoz, A.	923	Romero, F.	569	Zubimendi, J.L.	795
Muñoz, J.M.	157	Romero López, M ^a C.	1179, 1299, 1411	Zuza, K.	633
		Romero, R.	1067		



XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales

PRESENTACIÓN

La principal motivación que promueve los Encuentros, es la búsqueda de la mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias, en los diferentes niveles educativos, así como la relación entre la sociedad actual y la educación científica. Los Encuentros constituyen un lugar de intercambio de información y un marco de reflexión de la comunidad investigadora en dicha área, lo que se pone de manifiesto por el alto índice de participación en la presente y en las veinticuatro ediciones anteriores, la calidad de las comunicaciones presentadas y la talla científica de los ponentes.

La profunda recesión económica, la rapidez de los cambios y la amplitud de los desafíos que estamos viviendo, justifican este foro privilegiado de discusión para que los grupos independientes de reflexión, como los que nutren este Encuentro, pongan en común sus trabajos de investigación en el campo de la Educación en Ciencias.

Ha sido organizado por el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, de la Facultad de Ciencias de la Educación, de la Universidad de Santiago de Compostela, bajo los auspicios de la Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE).



Reflexiones

en torno a la 25 edición de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales

¿MOTIVOS PARA LA CELEBRACIÓN?

En estos tiempos tan convulsos que vivimos en España, donde nos hemos tenido que acostumbrar a acostarnos y a levantarnos con riesgo, su prima, a ser rescatados o semi o nada, etc., parece que nos sobrevuela un nuevo pesimismo nacional, quizás una reedición del que culminó en 1898 con la pérdida de las últimas colonias de Ultramar. Por eso cobra más valor la celebración de la 25 edición de nuestros *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, de los 32 años de aquellos Primeros Encuentros de Granada o de los 29 años transcurridos desde la promulgación de la LRU que vieron nacer nuestra área de conocimiento universitaria.

En cualquier caso son muchos años para una gran familia como la nuestra y, creo, que con más motivos para el optimismo que para el sentimiento contrario. Como en cualquier familia ha habido también “desencuentros”, pocos a mi parecer, e incruentos. El tiempo se ha encargado de limar asperezas y ha acabado haciendo justicia si ha habido algún agravio. No veo atrevido decir que somos la envidia de otros muchos colectivos de profesores, pero esta situación nadie nos la ha regalado, sino nosotros mismos a base de empatía, espíritu de colaboración, ganas de trabajar o escaso protagonismo personal. Ha de ser un legado que los más “maduros” hemos de dejar a los más jóvenes con el encargo de que lo mantengan vivo y, si es posible, lo amplíen. Que siga siendo una de nuestras señas de identidad.

Hoy también es el momento de agradecer sincera y profundamente la generosidad de quienes han organizado todas y cada una de estas 25 ediciones de los Encuentros, sólo los que han ejercido alguna vez este tipo de tareas saben lo que ello significa en tiempo, esfuerzo y sacrificio personal.

UNA BREVE INCURSIÓN EN NUESTROS ORÍGENES

Como algunos ya peinamos canas, y a veces con escasez, va siendo hora de remontarnos a nuestros orígenes. El I Encuentro de Didáctica de la Física y la Química nace en Granada en 1980 gracias a las gestiones de Enrique Jiménez con D. José Sánchez Real (q.e.p.d.), al que había conocido en unas Jornadas organizadas por el desaparecido INCIE en Madrid el año anterior. Ya en aquel entonces (y muchos años después) el que siempre fue para nosotros *D. José*, derrochaba energía, vitalidad y entusiasmo, algo que nos contagió lo suficientemente como para comprometernos en dar continuidad al Encuentro de Granada, al año siguiente en Almería, y así hasta nuestros días.

Como trashumantes recorrimos primero toda la geografía andaluza para salir después al resto de España, a través de los cuatro puntos cardinales, repitiendo desde entonces Huelva, Málaga y Almería.

En aquellos tiempos sí que ejercíamos por necesidad el postulado Merkel-Rajoyiano de la *austeridad*. El que primero llegaba a los Encuentros era D. José, lo hacía un día antes que los demás, y cuando desembarcábamos el resto ya se sabía las pensiones y restaurantes más baratos de la ciudad. No se cobraba cuota de inscripción, nos llevaban a todos sitios gratis y, encima, en los Encuentros de Huelva, nos pagaron por asistir. No se podía pedir más. Y además se nos notaba la edad, alguna que otra vez D. José nos tuvo que regañar a algunos que incordiábamos más de la cuenta (a pesar de lo que criticamos hoy día a los estudiantes de la ESO por hacer lo mismo). Dormíamos poco, pero no por eso las sesiones de trabajo se acortaban, sino todo lo contrario. Entonces no había limitaciones de número de comunicaciones por autor, y entre D. José y nuestro amigo *Eugenio*, acaparaban buena parte del tiempo destinado a su exposición.

Además, por aquellos años D. José inventó eso de publicar las comunicaciones en formato revista, algo que ahora nos sirve para engordar el CV. Creó los *Cuadernos de Física y Química* que, aunque tuvieron una vida efímera, representan unos de los primeros testimonios escritos de la Didáctica de las Ciencias en España.

En la IX edición, como consecuencia de la promulgación de la LRU, se creó el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales y los Encuentros se abrieron a toda esa área, cambiando su denominación por la actual.

El XIV Encuentro, celebrado en Cáceres en 1993, representó en cierta forma una especie de encrucijada en cuanto a nuestro futuro, se hace coincidir con una edición del *Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias*, y algunos de los asistentes asiduos nos vimos “obligados” a tener que elegir entre uno de los dos. En una reunión posterior en Madrid, a la que algunos de los presentes asistimos, gracias a la generosa oferta de Enrique Jiménez, se retomó el testigo y se apostó por la continuidad de los Encuentros en la edición de la Manga del Mar Menor de Murcia. La ausencia de protagonismo, en esta ocasión, de D. José y, quizás, su propio entusiasmo por la que fue su criatura durante tantos años, pero que ya volaba sola, le hizo apartarse de esa primera línea de batalla. Posteriormente se da un salto de calidad y en el XVII Encuentro de Huelva (1996) se comienza a utilizar la figura del *referee* para evaluar las comunicaciones y las de las siguientes ediciones, que se acuerda hacerlas bianuales, sin solaparse con las de la Revista Enseñanza de las Ciencias.

El surgimiento de APICE en el año 1998, coincidente con el Encuentro de A Coruña, los avaló ligándolos a la Asociación y dotándoles por tanto de garantías de futuro.

Una de las preocupaciones principales de APICE como Asociación fue la de integrar de forma efectiva a todas las personas que trabajábamos por mejorar la Enseñanza de las Ciencias en España y, creo, que lo conseguimos. De forma más o menos explícita, en aquellos años de las primeras ediciones de los Encuentros, subyacían algo así como dos grupos, el de la Revista Enseñanza de las Ciencias, ligado al grupo de Valencia, al profesorado de Secundaria, a los movimientos de Renovación Pedagógica...; y el de las “Escuelas Normales”. Afortunadamente hoy día nadie se acuerda de ello y convivimos todos bajo el mismo techo. El acto de entrega de la condición de socio de honor de APICE a Daniel Gil en el Encuentro de San Sebastián simbolizó en cierta medida ese espíritu de unidad.

Tampoco hemos de olvidar la estela que los Encuentros han ido dejando por donde han pasado, actuando de estimulador aglutinante para los grupos humanos existentes en los departamentos organizadores e incorporando a nuestra “causa” a sus miembros, capturados sin duda por el embriagador perfume que el clima de los Encuentros ha generado a su paso.

LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: UN ÁREA DE PESO

Continuando con el *botafumeiro*, que para eso estamos en Santiago, creo no pecar de “chauvinista” sintiéndome orgulloso de los logros y el peso específico de nuestra área, tanto colectiva como individualmente.

En el primer caso, hemos de resaltar la dimensión internacional de nuestra investigación, que nos ha situado entre el grupo de cabeza de publicaciones de impacto y en presencia activa en los eventos más significativos. Tampoco es desdeñable el avance en nuestro propio país, con una creciente presencia en proyectos competitivos y en la obtención de complementos de investigación (superadas ya viejas trabas que actuaban sobre nosotros como pesadas losas que impedían nuestro normal desarrollo).

A nivel individual, hemos de congratularnos de la presencia de colegas nuestros en cargos de relevancia en la vida política, académica e investigadora: Rectora, Subdirector General de Ministerio, Consejera Autonómica-Presidenta de Parlamento Autonómico, miembros de órganos de evaluación y acreditación como la ANEP, ANECA, CNEAI...

Lamentablemente, el tiempo no perdona y hemos visto con tristeza pasar a la “reserva” que representa la jubilación (y gracias, tal y como se están poniendo las cosas) a miembros relevantes de nuestra área, pese a lo cual algunos siguen en la brecha desde esa retaguardia. Como en toda familia siempre habrá abuelos, padres e hijos y, entre todos, constituimos esa sociedad académica que ha fortalecido el ámbito al que pertenecemos, la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

VÍCTIMAS DEL SISTEMA

A lo largo de estos años también hemos pasado nuestros particulares calvarios, muy a nuestro pesar. Señalaría, al menos, los siguientes:

- Los anteriores planes de estudio de las titulaciones de Maestro adelgazaron escandalosamente las asignaturas del ámbito científico (y de otras ligadas al currículo escolar) y engordaron impudicamente las de tipo pedagógico-psicológico-social. Ello, unido a la práctica ausencia de mecanismos de selección para el acceso a las facultades de Educación, es lo que ha configurado el, a mi juicio, desolador panorama de la enseñanza de las ciencias en el nivel de Educación Primaria.
- Como uno de los efectos colaterales más perniciosos, lo anterior impidió el relevo generacional en nuestra área, la imprescindible formación “a fuego lento” de los que han tomar el testigo que vamos dejando los de mayor edad. De hecho, la contratación de nuevo profesorado, exigida por los nuevos grados de Maestro, ha tropezado con la ínfima presencia de personas acreditadas en nuestra área de conocimiento.
- Las resistencias institucionales y de ciertos colectivos profesionales de nuestra Universidad han impedido hasta muy recientemente la renovación del denostado CAP en la formación inicial del profesorado de Secundaria. A veces nos hemos sentido aprisionados como un “sándwich” entre los pedagogos y los científicos “puros”, tal y como el proceso de gestación del Master del Profesorado de Secundaria en algunas universidades ha evidenciado. En algunos casos, la progresiva disminución de alumnos en las carreras científicas ha provocado que seamos vistos como granero de créditos para sus propias apetencias.

- La necesaria permeabilidad en docencia e investigación entre los niveles educativos de Secundaria y Universidad, ha sido casi testimonial; esa absurda separación promovida o consentida por las Administraciones educativas ha generado situaciones de ignorancia o resquemores mutuos totalmente injustificados. No sabemos si el nuevo Master del Profesorado de Secundaria puede ir diluyendo esas fronteras, pero estimo que muchos de nosotros lo necesitamos.

¿MOTIVOS PARA LA ESPERANZA?

A pesar de que “corren malos tiempos”, como decía la canción, en nuestro caso para la Educación, algo hemos avanzado.

El servicio prestado por nuestros colegas Antonio Moreno y Daniel Gil en los nuevos currículos del Master referido (y en su propia existencia), así como en los de Maestro, nos proporcionan nuevas oportunidades de interactuar con los niveles de Primaria y Secundaria y, en definitiva, de crecer en lo profesional. Asimismo, con la nueva normativa de Postgrado, se va haciendo patente la posibilidad de formalizar un Doctorado de Didáctica de las Ciencias Experimentales a nivel nacional.

En lo personal, la celebración de una nueva edición de los Encuentros, de nuevo gracias a la generosidad y altruismo de nuestros colegas de Santiago de Compostela, sigue mostrando que estamos vivos y que deseamos mantener encendida nuestra vocación de entrega a la causa de la enseñanza de las ciencias. El reto está servido.



F. Javier Perales Palacios
Universidad de Granada
Primer Presidente de APICE



Conferencias plenarias

Conferencia 1: Dra. María Pilar Jiménez Aleixandre

Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais

Universidade de Santiago de Compostela, España

Las prácticas científicas en la investigación y en la clase de ciencias

Conferencia 2: Dr. Andrés Acher

Didaktik der Biologie

Martin- Luther-Universität Halle, Wittenberg, Alemania

Cómo facilitar la modelización científica en el aula

Conferencia 3: Dr. Roque Jiménez Pérez

Departamento de Didáctica de las Ciencias

Universidad de Huelva, España

Ayer, hoy y mañana de la investigación en la enseñanza de las ciencias

Las prácticas científicas en la investigación y en la clase de ciencias

María Pilar Jiménez Aleixandre

Departamento de Didáctica das Ciências Experimentais

Universidade de Santiago de Compostela, (marilarj.aleixandre@usc.es)

RESUMEN

Este trabajo está enmarcado en la perspectiva de que el aprendizaje de las ciencias supone participar en los objetivos epistémicos del trabajo científico, es decir en los objetivos que tienen que ver con la construcción del conocimiento (Duschl y Jiménez Aleixandre, 2012). En consecuencia, se propone que aprender ciencias comprende, entre otras cosas, tomar parte en las prácticas científicas de construcción del conocimiento, o prácticas epistémicas. Estas prácticas son de naturaleza cognitiva o discursiva, y pueden realizarse en contextos de experimentación o en otros, como puede ser toma de decisiones sobre cuestiones socio-científicas. Para la caracterización de estas prácticas seguimos a Kelly (2008), quien las agrupa en prácticas de construcción, evaluación y comunicación del conocimiento. Proponemos que existe una correspondencia entre el énfasis en las prácticas científicas (enfoque teórico) y la atención curricular a las competencias científicas de: a) identificar cuestiones abordables por la ciencia (así como el camino a seguir para investigarlas), b) usar modelos científicos para explicar fenómenos y c) usar pruebas para evaluar el conocimiento. La propuesta se ilustra con ejemplos de nuestro programa de investigación en la USC desde 1994, el proyecto RODA, que estudia el desarrollo de las competencias científicas, en particular la argumentación y el uso de pruebas, a través de estudios en situación real de aula. Se discuten las implicaciones educativas sobre el tipo de ambientes de aprendizaje, tareas y estrategias docentes que favorecen la participación en prácticas científicas, así como las implicaciones teóricas y metodológicas para la investigación en didáctica de ciencias.

Palabras clave

Prácticas científicas, prácticas epistémicas, competencias, epistemología, discurso

INTRODUCCIÓN: PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y NATURALEZA DE LA CIENCIA

El enfoque que considera las prácticas científicas como un aspecto central del aprendizaje de las ciencias está enmarcado en la perspectiva sociocultural. Hace dos décadas tres jóvenes investigadores estadounidenses, Kelly, Carlsen y Cunningham, (1993) proponen tener en cuenta la contribución de los estudios sobre ciencia, o *Science Studies* (incluyendo historia, filosofía y sociología de la ciencia) sobre todo de la sociología, a la didáctica de las ciencias. Kelly y colaboradores inician así una línea enmarcada en la perspectiva sociocultural, que analiza el discurso de aula tomando herramientas de la lingüística. Su objetivo es identificar “lo que cuenta como” o “es considerado como” (*what counts as*) práctica científica, conclusiones etc. para el alumnado. La perspectiva sociológica ha sido utilizada para analizar las interacciones en las clases de ciencias. En nuestro trabajo nos hemos preocupado por examinar el

significado que tiene para los estudiantes una determinada práctica o un enunciado, de ahí que propongamos analizar lo que constituyen los enunciados desde el punto de vista del discurso, no siempre coincidente con lo que serían ontológicamente (Jiménez y Díaz, 2003).

Los estudios de Kelly y colaboradores suponen una nueva forma de examinar el conocimiento y creencias de los estudiantes a través del estudio directo de las prácticas y discurso del aula más que a través de respuestas a cuestionarios. Estos autores (Kelly, Chen & Crawford, 1998) han criticado desde el punto de vista metodológico el uso de cuestionarios para investigar cuestiones complejas como las creencias del alumnado sobre la naturaleza de la ciencia, es decir sus posiciones epistemológicas. También Elby y Hammer (2001) critican los métodos basados en cuestionarios, y proponen prestar más atención a si las creencias del alumnado sobre la ciencia son productivas, es decir si les ayudan a aprender, que a si son "correctas" desde el punto de vista de la naturaleza de la ciencia.

¿Qué es lo que se pretende, que el alumnado tenga un conocimiento proposicional adecuado sobre la ciencia o que lo ponga en práctica? Se puede considerar más importante que reconozca que el conocimiento científico es provisional, que puede cambiar si hay pruebas que lo requieren. Para nosotros los objetivos más relevantes son por ejemplo que sea capaz de usar pruebas para elegir entre distintas conclusiones, de diseñar una investigación en el laboratorio (Crujeiras y Jiménez Aleixandre, 2012). Naturalmente, ambas cuestiones pueden ser complementarias, pero el énfasis en una u otra conlleva estrategias docentes distintas.

Debemos a Wickman (2004; Wickman y Östman, 2001; 2002) la distinción entre lo que llama epistemologías prácticas en acción (lo que llamamos aquí prácticas epistémicas) y creencias epistemológicas. En un trabajo reciente, Kelly, McDonald y Wickman (2012) analizan las relaciones entre el aprendizaje de las ciencias y la epistemología, e identifican tres perspectivas sobre esta relación:

- 1) *Disciplinar*: se basa en la filosofía de la ciencia para contemplar los cambios conceptuales en las teorías y en el aprendizaje.
- 2) *Personal*: aborda las formas en que las epistemologías personales del alumnado influyen en el aprendizaje de las ciencias.
- 3) *Prácticas sociales*: aborda las formas en las que las prácticas de una disciplina, como pueden ser representar datos, o tomar parte en el discurso científico, se ponen en acción (*are enacted*) en los contextos de aprendizaje.

Kelly *et al.* señalan que estos enfoques son complementarios más que excluyentes, aunque, como se indicaba arriba, cada uno pone énfasis en ciertas dimensiones y definen distintos programas de investigación.

Nuestro programa de investigación se enmarca en la perspectiva de las *prácticas sociales*, estudiando las prácticas epistémicas del alumnado, es decir cómo llevan a cabo prácticas como seleccionar y usar pruebas para sustentar conclusiones (Jiménez Aleixandre, 2010), construir modelos teóricos o representados, o diseñar y planificar indagaciones para resolver problemas en el laboratorio. Cabe hacer notar que, como indican Kelly *et al.* (2012) el conocimiento que examinamos en nuestros estudios es el conocimiento puesto en práctica, puesto en acción, no el conocimiento proposicional, expresado por ejemplo en respuestas a un cuestionario.

LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y LAS COMPETENCIAS EN LA CLASE DE CIENCIAS

Nuestro trabajo parte pues de la perspectiva de que el aprendizaje de las ciencias supone participar en los objetivos epistémicos del trabajo científico, es decir en los objetivos que tienen que ver con la construcción del conocimiento (Duschl y Jiménez Aleixandre, 2012). Una consecuencia de este enfoque es la propuesta, sobre la que hay un consenso creciente, de que aprender ciencias comprende, entre otras cosas, tomar parte en las prácticas científicas de construcción del conocimiento, o prácticas epistémicas. Estas prácticas son de naturaleza cognitiva o discursiva, y pueden llevarse a cabo en contextos de experimentación o en otros, como pueden ser debates y toma de decisiones sobre cuestiones socio-científicas. Para la caracterización de estas prácticas seguimos a Kelly (2008), quien las denomina *prácticas epistémicas*. Aquí utilizaremos el término *prácticas científicas*, con un significado equivalente, el de prácticas epistémicas de la ciencia, y que resulta, creemos, de significado más claro en nuestro contexto.

Kelly define estas prácticas como "*Las formas específicas en que miembros de una comunidad proponen, justifican, evalúan y legitiman enunciados de conocimiento en un marco disciplinar. Mi argumento es que un aspecto importante de participar en las ciencias es aprender las prácticas epistémicas asociadas con la producción, comunicación y evaluación del conocimiento.*" (Kelly, 2008, pp 99-100.)

En otras palabras, Kelly agrupa estos procesos en prácticas de construcción, evaluación y comunicación del conocimiento. La figura 1, de elaboración propia (Jiménez Aleixandre, 2011), sugiere ejemplos de estas prácticas, relacionándolas con la argumentación.

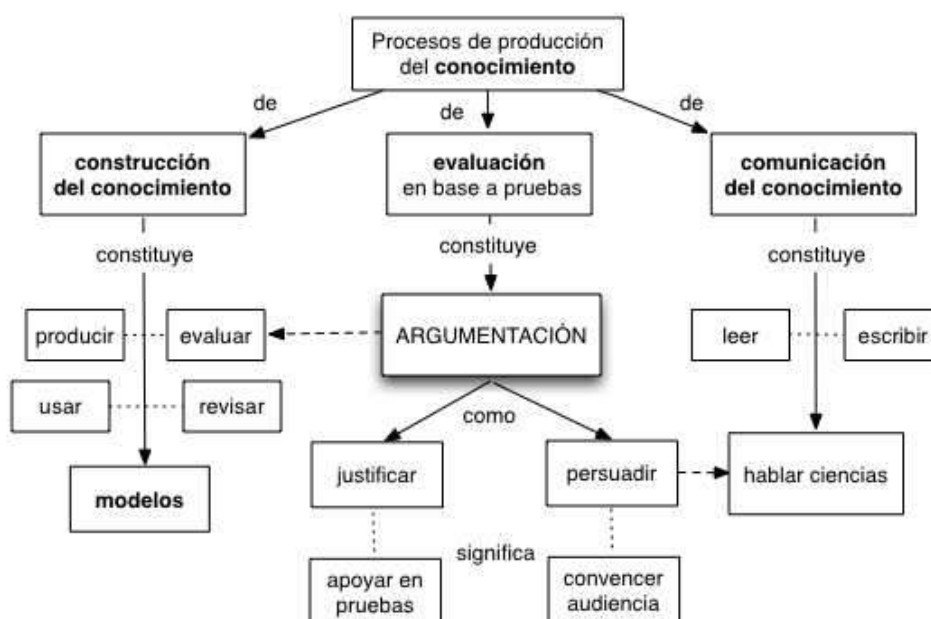


Figura 1. Prácticas científicas y argumentación (Jiménez Aleixandre, 2011)

Proponemos que existe una correspondencia entre el énfasis en las prácticas científicas en el enfoque *teórico* discutido más arriba y la atención *curricular* a las competencias científicas. Según el marco de PISA y los currículos de ciencias, pueden distinguirse tres competencias científicas: a) identificar cuestiones abordables por la ciencia (así como el camino a seguir para investigarlas), b) usar modelos científicos para explicar fenómenos y c) usar pruebas para evaluar el conocimiento. La correspondencia no debe

contemplarse como equivalencia: la competencia en usar modelos está estrechamente relacionada con la construcción del conocimiento, y evaluar el conocimiento, una de las formas de definir argumentación, equivale a la competencia en usar pruebas. Por otra parte, proponemos que identificar cuestiones científicas y cómo investigarlas se relaciona con la indagación, y en ella se solapan las tres prácticas, construir, evaluar y comunicar conocimientos (Crujeiras y Jiménez Aleixandre, 2012). En cuanto a las prácticas de comunicación, son transversales a las tres competencias.

Un ejemplo de la relación entre prácticas y competencias científicas es la tesis de Beatriz Bravo (Bravo Torija y Jiménez Aleixandre, 2010; 2012), una investigación sobre el desempeño de la competencia en usar pruebas. Es un estudio de caso múltiple en cuatro clases de 4º de ESO (15-16 años), examinando el uso de pruebas en la toma de decisiones sobre un problema auténtico de gestión de recursos pesqueros. La unidad didáctica se diseñó con el objetivo de favorecer la participación del alumnado en la práctica científica de evaluación del conocimiento en base a pruebas, orientada por los principios de diseño discutidos por Jiménez Aleixandre (2008). La gestión sostenible de recursos pesqueros es un problema de carácter socio-científico, y nuestra opinión es que desarrollar valores de sostenibilidad se logra integrando la sostenibilidad en las tareas, mejor que mediante lecciones o prédicas por bien intencionadas que sean. El alumnado debe planificar la gestión de los recursos en una bahía, decidiendo si es mejor pescar salmones, sardinas, o ambos, para alimentar a una población el mayor tiempo posible. Resolverlo requiere utilizar la idea de que las cadenas alimentarias representan transferencias de energía, de la que sólo estará disponible en el siguiente nivel un 10% (en otras palabras, se usa o disipa el 90%), siendo más eficiente comer o pescar en niveles inferiores. En este proceso, a lo largo de distintas sesiones, construyen modelos y representaciones de pirámides tróficas, así como significados para sostenibilidad.

LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS EN LA INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA

Esta perspectiva tiene implicaciones para la investigación en didáctica de ciencias: la relevancia de documentar y analizar las prácticas epistémicas. Estos estudios, como apunta Kelly (2011), proporcionan formas de examinar y entender instancias de cambios, sea en comprensión conceptual o en razonamiento, en contextos reales de aprendizaje. Su metodología consiste en analizar de cerca la formulación y evaluación de conocimientos a través de procesos discursivos, procesos interpretados como prácticas sociales. La elección de las prácticas discursivas como objeto de estudio implica tomar ciertas opciones metodológicas, en cuanto a qué investigar y cómo hacerlo.

Entre los estudios sobre prácticas epistémicas, no muy numerosos, al tratarse de una perspectiva reciente, además de los trabajos citados de Gregory Kelly y colaboradores, y de Per-Olof Wickman, un interesante trabajo es la tesis de Andri Christodoulou (2011) que aborda las prácticas epistémicas de dos profesores de ciencias.

En la USC, en el marco del proyecto RODA, Jiménez Aleixandre y Reigosa (2006) analizan el proceso de contextualización del conocimiento sobre neutralización en la resolución de un problema en el laboratorio de química, en el que el alumnado debía diseñar la indagación. En este estudio se examinan los distintos niveles epistémicos en las prácticas de contextualización, a través de las cuales los estudiantes van construyendo sus conocimientos y conectándolos al contexto de valoración de un ácido.

Tanto el trabajo de Jiménez y Reigosa, como el estudio de Beatriz Crujeiras (Crujeiras y Jiménez Aleixandre, 2012) aportan información sobre las dificultades que experimenta

el alumnado de los últimos cursos de ESO para diseñar sus propias investigaciones en el laboratorio. La implicación no es volver a proponer prácticas cerradas, tipo receta de cocina, sino la necesidad de conocer de forma realista la mejor forma de apoyar al alumnado en esta participación en las prácticas científicas.

Agradecimientos

Trabajo parte del proyecto EDU2009-13890-C02-01 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

REFERENCIAS

Bravo Torija, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). ¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación. *Alambique* 63, 19–25.

Bravo-Torija, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012). Progression in complexity: Contextualizing sustainable marine resources management in a 10th grade classroom. *Research in Science Education*, 42(1), 5–23.

Christodoulou, A. (2011). *The science classroom as a site of epistemic talk: Two case studies of science teachers and their students*. Unpublished doctoral dissertation. King's College, London.

Crujeiras Pérez, B., y Jiménez Aleixandre, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la ciencia diseñando experimentos. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 72, 12-19.

Duschl, R. A. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012). Epistemic foundations for conceptual change. In S. M. Carver & J. Shrager (Eds.) *The journey from child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences* (pp. 245–262). Washington, DC: American Psychological Association (APA).

Elby, A., & Hammer, D. (2001). On the substance of a sophisticated epistemology. *Science Education*, 85, 554–567.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation learning environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.) *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 91-115). Dordrecht: Springer.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

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 129–149). Barcelona: Graó.

Jiménez Aleixandre M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003) Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 359–370.

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Reigosa, C. (2006). Contextualizing practices across epistemic levels in the chemistry laboratory. *Science Education*, 90, 707–733.

Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. In R. A. Duschl, & R. E. Grandy (eds.) *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp 99–117). Rotterdam: Sense Publishers.

Kelly, G. J. (2011). Scientific literacy, discourse and epistemic practices. En C. Linder et al. (eds.) *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 61–73). New York: Routledge.

Kelly, G. J., Carlsen, W. S. y Cunningham, C. M. (1993). Science education in sociocultural context: Perspectives from the sociology of science. *Science Education*, 77, 207–220.

Kelly, G. J., Chen, C., & Crawford, T. (1998). Methodological considerations for studying science-in-the-making in educational settings. *Research in Science Education*, 28(1), 23–49.

Kelly, G., McDonald, S, & Wickman, P. (2012). Science learning and epistemology. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.) *Second International Handbook of Science Education* (pp. 281–291). Dordrecht: Springer.

Wickman, P.-O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: a study of laboratory work. *Science Education*, 88, 325-344.

Wickman, P.-O. & Östman, L. (2001). Students' practical epistemologies during laboratory work. Paper presented at the session *Supporting metacognition and epistemic cognition in science learning* in AERA (American Educational Research Association) annual meeting, Seattle, WA.

Wickman, P.-O. & Östman, L. (2002). Learning as discourse change: A sociocultural mechanism. *Science Education*, 86, 601–623.

Cómo facilitar la modelización científica en el aula

Andres Acher

Didaktik der Biologie

Martin- Luther-Universität, Halle- Wittenberg

(andres.acher@biodidaktik.uni-halle.de)

Involucrar a los estudiantes en participar en auténticas prácticas de *modelización científica* en el aula, en contraposición a rutinas en las que suelen ser solo consumidores de productos del conocimiento científico, puede ayudarlos a entender no solo ideas centrales de las distintas disciplinas de conocimiento científico, sino también cómo esas ideas se construyen y evalúan (Stewart, Cartier, y Passmore, 2005). La *modelización científica*, sin embargo, no es muy común en las aulas de ciencias de nivel medio y superior, y es aún más escasa en la escuela primaria o en el parvulario (Acher, Arcà y Sanmartí, 2007; Acher y Arcà, 2009, 2012).

Muchas de las veces que esta práctica se incorpora en las aulas, se privilegian aspectos ilustrativos o comunicativos, limitando así su riqueza epistemológica (Windschitl, Thompson, y Braaten, 2008). Esta “rareza” no es por casualidad. Participar en prácticas de *modelización* desde el inicio de la escolaridad plantea varios desafíos tanto para estudiantes como para profesores. No solo resulta poco o nada familiar, sino que también choca con las ideas intuitivas de los estudiantes acerca de lo que hay que saber y de lo que la escuela entiende como aprendizaje de las ciencias, como así también con muchas de las perspectivas que tienen los profesores acerca de su rol de profesores de ciencias. Facilitar la *modelización científica* en las aulas, implica también desafíos para investigadores y didactas de las ciencias en cuanto a la responsabilidad de generar, junto con los profesores, diseños plausibles con fundamento empírico que ofrezcan alternativas viables para llevarla a las aulas. Me gustaría abordar al menos tres de estos desafíos:

Involucrar a los estudiantes en prácticas de *modelización científica* de una manera gradual a lo largo de varios años de escolaridad

La auténtica participación en la *modelización científica* implica pensar en cómo promover el desarrollo de versiones de esta práctica siempre un poco más sofisticadas, a través de las cuales los estudiantes puedan construir conocimiento en plazos de tiempos largos y en una diversidad de contextos que incluyan las distintas áreas de contenido disciplinar, como así también apropiados ambientes de aprendizaje y materiales de estudio. Estas sofisticadas versiones de la *modelización* podrían tomar diferentes caminos para evolucionar y tener, además, diferente perfil. Los estudiantes pueden participar en diferentes *formas de modelización científica* que nosotros, profesores y didactas de las ciencias, elegimos promover. Identificar estas *formas de modelización* que tengan sentido y sean productivas para los estudiantes en distintas etapas de la vida escolar es un punto crítico para pensar el compromiso gradual de los estudiantes con esta práctica. Junto con colegas del grupo MoDeLS (<http://www.models.northwestern.edu/>), decidimos centrar nuestra atención en promover modelos entendidos como representaciones que, cuando son utilizadas para interpretar fenómenos naturales, conllevan diferentes componentes explicativos y aspectos de mecanismos causales normalmente invisibles (Clement, 2000). Esta elección conlleva pensar en cómo involucrar a los estudiantes en crear, debatir y alcanzar

consenso sobre representaciones que expresan sus pensamientos acerca de fenómenos científicos. También conlleva pensar en cómo prestar atención a constructos teóricos con capacidad de explicar un amplio rango de fenómenos que puedan ser claves para construir conocimiento científico. Abordar estos constructos y mecanismos explicativos en los modelos que generan los estudiantes en diferentes etapas de la vida escolar es, sin ninguna duda, una tarea ambiciosa. Las ideas de los estudiantes acerca de las causas que explican fenómenos científicos están normalmente “en vías de desarrollo”. Algunas veces, estas ideas son consistentes con sus percepciones de la experiencia cotidiana, pero pueden al mismo tiempo ser inconsistentes con datos y explicaciones científicas. Sin embargo, la *modelización científica* les brinda a los estudiantes la posibilidad tanto de explicitar y reflexionar acerca sus experiencias y la evidencia que puedan obtener, como de relacionar esas experiencias con posibles mecanismos explicativos y información científica adicional. De esta manera, los estudiantes pueden transitar gradualmente hacia niveles explicativos más sofisticados y aventurar predicciones acerca del comportamiento de fenómenos naturales que buscan interpretar.

No solo resulta importante aclarar qué *forma de modelización* se elige promover, sino aclarar cómo involucrar gradualmente a los estudiantes en las *prácticas de modelización* en sí mismas, por ejemplo, incluyendo aspectos centrales de teorías científicas y evidencias en las representaciones que expresan los estudiantes; entendiendo como promover el uso de esas representaciones para ilustrar, explicar o predecir fenómenos; o incluir hábitos para evaluar y revisar las representaciones según se vayan utilizando. De esta manera, los profesores no solo tendrían que trabajar con sus estudiantes para crear modelos de los fenómenos que observan e incluir información acerca de estos fenómenos, sino que también tendrían que pensar en cómo crear una cultura de aula en la que los estudiantes se sientan cómodos en compartir criterios con los cuales evaluar y revisar sus modelos. Esto último es definitivamente raro de encontrar en las aulas de ciencias, ya que implica concebir comprensivamente la construcción y revisión de modelos como un proceso de *refinamiento* (Acher, Arcà, y Sanmartí, 2007) que resulta fundamental para lograr un mejor entendimiento y participación en las prácticas de *modelización*. El contexto social también resulta crucial para motivar y ayudar a que la evaluación y revisión de modelos se entienda como resultado de modelos alternativos que compiten por explicar mejor un cierto fenómeno. Las decisiones acerca de “qué modelo explica mejor” debieran entonces emerger de la necesidad de contar con criterios capaces de evaluar debilidades y fortalezas de “modelos candidatos” discutidos también en la comunidad del aula. En esta comunidad, es necesario crear hábitos para que los estudiantes consideren a sus pares como “audiencia crítica” con la cual constatar la efectividad de sus modelos y así ejercitar la persuasión que los ayude a entender el valor explicativo de ideas científicas claves. Basándonos en trabajos anteriores acerca de la naturaleza y epistemología de las ciencias, y de lo que estudiantes deberían aprender sobre modelización científica, hemos incluido cuatro elementos centrales para operacionalizar la *práctica de modelización* (Schwartz *et al.* 2009):

- *Construir* modelos consistentes con plausible evidencia y teorías d. manera que se pueda ilustrar, explicar y predecir fenómenos.
- *Utilizar* modelos para ilustrar, explicar y predecir fenómenos.
- Comparar y *evaluar* la capacidad de diferentes modelos tanto para representar adecuadamente y capturar patrones en fenómenos, como así también para predecir nuevos.
- *Revisar* modelos de manera se incremente su poder explicativo o predictivo, considerando adicional evidencia o nuevos aspectos en los mismos fenómenos.

Estos cuatro elementos constituyen *tareas de modelización* a partir de las cuales se hace posible diferenciar tanto objetivos como criterios que guíen su aprendizaje que, sin embargo, no se presentan como pasos de una secuencia fija a seguir. Por ejemplo, los estudiantes pueden participar en comparar y evaluar “modelos candidatos” al mismo tiempo que intentan revisar el modelo que tienen entre manos. Estos cuatro elementos constituyen entonces una base para promover la *práctica de modelización* en el aula, examinarla y desarrollar soluciones creativas con las cuales involucrar gradualmente a los estudiantes en prácticas de modelización.

El compromiso de promover la *integración* entre *realizar prácticas de modelización* y *reflexionar* sobre su valor para desarrollar conocimiento científico

El objetivo es el de involucrar estudiantes en una práctica reflexiva en la cual la actividad científica que desarrollan tenga sentido para ellos mismos (Acher y Reiser, 2012; Lehrer y Schauble, 2006). Trabajar para alcanzar ese objetivo implica considerar de manera inseparable el *hacer* algo con modelos y *entender las implicaciones* que eso conlleva (I.e. *metamodeling knowledge*). Esto acarrea el desafío de balancear e integrar *metaconocimiento* y prácticas. También significa descartar el objetivo de enseñar *modelización* como una “rutina de pasos fijos a seguir” en la cual los estudiantes reproducen esos pasos porque les dijeron que “así tenía que ser”. Todo lo contrario de “aprender rutinas”, involucrar estudiantes en este tipo de prácticas implica pensar cómo generar una cultura de aula que, cuando los estudiantes construyen, usan, revisan y evalúan modelos, valoren compartir nuevas normas, formas de entendimiento y objetivos comunes (Brown y Campione, 1996). Precisamente esta perspectiva es la que motiva la inclusión de elementos de *metamodeling* como parte del aprendizaje y enseñanza de la *modelización*. Entender cómo y por qué se usan modelos, como así también el potencial y limitaciones de esos modelos, puede ayudar a los estudiantes a construir y evaluar los modelos propios y los de sus compañeros, maestros o expertos (Schwarz *et al.*, 2009). Pero atención nuevamente: no se habla de enseñar *metamodeling* por separado, aislado del contexto de interpretación fenomenológica. La decisión es abordarlo desde una perspectiva pragmática instrumental que preste atención a elementos de reflexión que ayuden a los estudiantes a resolver los obstáculos que encuentran (Sandoval, 2005), en este caso, cuando modelizan. Esta perspectiva nos obliga a teorizar acerca de qué elementos podrían “funcionar” influenciando la práctica de *modelización* para luego recoger evidencia de aula acerca de cómo guiar a los estudiantes en el desarrollo de esta práctica. Por ejemplo, tanto los profesores como el material didáctico deberían ayudar a los estudiantes a ver la necesidad de indicar por escrito el nombre de cada una de las partes de los modelos (i.e. etiquetar) desde la perspectiva de la audiencia que intenta entender esos modelos y no como un fin en si mismo. De esta manera, contar con un modelo con más nombres que otro, no necesariamente constituye por si mismo una evidencia de una práctica reflexiva. En síntesis, el desafío en facilitar una *práctica de modelización* productiva para los estudiantes incluye promover acciones de los estudiantes (como la de etiquetar modelos) pero también criterios que expliquen por qué se elige desarrollar esas acciones.

Los profesores necesitan apoyo para facilitar las *prácticas de modelización* en sus aulas

El rango de iniciativas abarca desde la formación profesional y el diseño de materiales de aula hasta principios que guíen la adaptación del material existente (Kenyon, Schwarz, y Hug, 2008). Todo esto resulta fundamental si el objetivo de involucrar gradualmente a los estudiantes en la *modelización científica* se quiere tomar seriamente. A través de formas creativas de formación y

apoyo, es necesario abordar algunos de los desafíos que resultan típicos entre los profesores de ciencias. Uno de ellos es el de la relación entre las prácticas de *modelización* y el contenido disciplinar. Es importante que como investigadores y didactas de las ciencias ayudemos a instaurar una visión de la *modelización* como una manera efectiva de desarrollar explicaciones de fenómenos científicos (i.e. contenido disciplinar). Pensar que las *prácticas de modelización* y el contenido disciplinar van separados, compitiendo el uno con el otro como objetivos educativos, no ayuda. A los profesores les pueden faltar estrategias pedagógicas que ayuden a los estudiantes a *modelizar* desarrollando ideas científicas claves en las distintas disciplinas. Muchos profesores también tienden a usar modelos y practicar la *modelización* para demostrar ideas científicas “correctas” (Justi y van Driel, 2005; van Driel y Verloop, 1999). Por estas razones, comprender que la *modelización* es un conjunto de prácticas que incluye construir, usar, evaluar y revisar modelos, y que son precisamente estas las herramientas para fortalecer el razonamiento de los estudiantes alrededor de ideas científicas claves, puede resultar todo lo contrario a la típica cultura escolar y las normas que los profesores promueven en sus aulas (Acher y Reiser, 2012). Otro desafío en generar un apoyo genuino para los profesores, radica en comprender cómo integrar *metamodeling* (i.e. aspectos específicos de reflexión de la *práctica de modelización*). Ya dijimos en el apartado anterior que hay un riesgo grande en enseñar estos aspectos como “información adicional a aprender” (por ejemplo, la definición de modelo), pero hay que recordar también que muchos profesores ignoran por completo el valor de esta manera específica de metaconocimiento. No sorprende entonces que los profesores tampoco cuenten con estrategias pedagógicas para abordar la integración entre elementos de la *modelización* y el *metamodeling* asociado. Por ejemplo, involucrar a estudiantes en discusiones mientras comparan sus modelos, con el objetivo de comprender criterios que ayuden a evaluar esos modelos, al mismo que tiempo que se usa esa discusión para mejorar los modelos, no parece resultar una tarea sencilla. Normas sociales de la cultura escolar tradicional (por ejemplo, el hábito de dar al maestro “la respuesta correcta” o favorecer el modelo que presenta el “estudiante preferido”) entra en conflicto con normas que favorecen tanto la *modelización* como otras prácticas científicas (Jimenez-Aleixandre, Rodriguez Bugallo, y Duschl, 2000).

En mi presentación en el XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, compartiré con vosotros algunos aspectos de mi investigación centrados en facilitar la *modelización científica* tanto para estudiantes como para profesores, de manera que tenga sentido para ellos durante diferentes años de la vida escolar, desde Parvulario hasta Nivel Medio. Tomaré como ejemplo la enseñanza y aprendizaje del modelo atómico-molecular de la materia para considerar a partir de él los siguientes aspectos relacionados con la incorporación de la *modelización científica* en el aula: (1) Ilustrar con ejemplos de aula de algunas posibilidades para integrar ideas de contenido disciplinar en la *modelización científica* desde el Parvulario, considerando la evolución de esa integración en trayectorias que respetan las ideas intuitivas de los estudiantes; (2) Examinar cómo las normas que existen en el aula y el entendimiento de lo que es enseñar y aprender ciencias puede resultar una barrera para desarrollar una auténtica *modelización científica*; (3) Describir algunos elementos de diseño de investigación que contribuyen a entender de qué manera mejorar la participación de estudiantes y profesores en la *modelización científica*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acher, A. y Reiser, B. J. (2011). Middle school students and teachers making sense of scientific modeling in their classrooms. (Forthcoming)
- Acher, A. y Arca, M. (2012). *Designing a learning progression for teaching and learning about matter in early school years*. European Selected Contributions. Topics and trends in current science education. In Tiberghien, A. Clement, P. y Brugiere, C. Eds. Springer (in press).
- Acher, A. y Arcà, M. (2008). *Children's representations in Modeling Scientific Knowledge Construction*. In Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge. Chapter VIII, 109-133. Teuval, Scheuer, Echeverría y Andersen. Eds. Sense Press, NJ. Acher y Arcà (2012)
- Acher, A., Arcà, M., y Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 91, 398–418.
- Brown, A. L. y Campione, J. C. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 229–270). Cambridge, MA: MIT Press.
- Brown, A. L. y Campione, J. C. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. In L. Schauble y R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning: New environments for education* (pp. 289–325). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Clement, J. (2008). Student/teacher co-construction of visualizable models in large group discussion. In J. Clement y M. A. Rea-Ramirez (Eds.), *Model based learning and instruction in science* (pp. 11–22). New York, NY: Springer.
- Jimenez-Alexandre, M.P., Rodriguez, A.B., y Duschl, R.A. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757–792.
- Justi, R. y van Driel, J. (2005). A case study of the development of a beginning chemistry teacher's knowledge about models and modelling. *Research in Science Education*, 35, 197–219.
- Kenyon, L., Schwarz, C., y Hug, B. (2008). The benefits of scientific modeling. *Science and Children*, 46(2), 40–44.
- Lehrer, R. y Schauble, L. (2006). Scientific thinking and science literacy: Supporting development in learning in contexts. In W. Damon y R. M. Lerner (Series Eds.) y K. A. Renninger y I. E. Sigel (Volume Eds.), *Handbook of Child Psychology: Vol. 4. Child psychology in practice* (6th ed., pp. 153–196). Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.
- Lesh, R. y Doerr, H. M. (2000). Symbolizing, communicating, and mathematizing: Key components of models and modeling. In P. Cobb, E. Yackel, y K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms: Perspectives on discourse, tools, and instructional design* (pp. 361–383). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R. y Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh y H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 3–33). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Russ, R. S., Scherr, R. E., Hammer, D., y Mikeska, J. (2008). Recognizing mechanistic reasoning in student scientific inquiry: A framework for discourse analysis developed from philosophy of science. *Science Education*, 92, 499–525.

Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89, 634–656.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, 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, 632–654.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Acher, A., Kenyon, L. O. y Fortus, D. (2011). Issues and challenges in defining a learning progression for scientific modeling. In A. Gotwals (Ed.), *Learning progressions for science*. Eds. Sense press, NJ.

Stewart, J., Cartier, J. L., y Passmore, C. M. (2005). Developing understanding through model-based inquiry. In M. S. Donovan y J. D. Bransford (Eds.), *How students learn: History, mathematics, and science in the classroom* (pp. 515–565). Washington, DC: The National Academies Press.

van Driel, J. H. y Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21, 1141–1153.

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.

Andrés Acher es educador e investigador en Didáctica de las Ciencias. Su principal interés de investigación es el diseño y estudio de contextos de Aula focalizados en explorar cómo similitudes entre ideas intuitivas de los estudiantes e ideas de los científicos facilitan la enseñanza y aprendizaje de conocimiento y modelización científica en largos periodos de escolaridad. Anteriormente a su posición en Halle, Alemania, Andrés fue Assistant Professor at Northwestern University, EE.UU., e Investigador en cuatro universidades europeas: King's College London, University of Leeds, University of La Sapienza-Rome, y la universidad Aut'ónoma de Barcelona, donde obtuvo su Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Ayer, hoy y mañana de la investigación en la enseñanza de las ciencias

Roque Jiménez Pérez

Departamento de Didáctica de las Ciencias

Universidad de Huelva, España, (rjimenez@uhu.es)

RESUMEN

Esta ponencia trata de analizar de forma panorámica la evolución de la investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales, fundamentalmente en nuestro país, aunque mirando a otros países para enmarcar nuestra situación mundial. Pretendemos dar respuesta a cuestiones relacionadas con cada etapa como: ¿Qué hemos investigado? ¿Cuánto y cuándo hemos publicado fuera de nuestro país? ¿Qué evolución hemos tenido? La base documental utilizada ha sido, por un lado, las aportaciones de revisiones realizadas por distintos autores y, por otro, fundamentalmente, fuentes de difusión de la investigación de prestigio internacional, como son las tres revistas de alto índice de impacto *Science Education*, *Internacional Journal of Science Education* y *Journal of Research in Science Teaching*. En cuanto al protocolo de análisis documental hemos tratado de contestar en un sentido evolutivo, en las diferentes décadas. Se pone de manifiesto el crecimiento exponencial de la investigación en esta Área así como su reconocimiento internacional, asimismo se manifiestan los cambios producidos a lo largo de las tres décadas analizadas.

Palabras clave

Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, evolución de la investigación

ALGUNAS CONSIDERACIONES DE PARTIDA

Intentaremos hacer una panorámica a lo largo de la historia de la investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) con una revisión amplia y en el sentido de evolución. Fundamentalmente nos centraremos en nuestro contexto, aunque es necesario hacer algunas salidas fuera de nuestro país sobre todo a los angloparlantes, que sirven de puntos de referencia en nuestros inicios hacia la década de los años 80 y, en la etapa actual, como establece Lee, Wu y Tsai (2009) en cuanto al destacado puesto a nivel mundial que ocupa España en la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Otros autores como Pro y Rodríguez Moreno (2011) señalan esta última etapa como en la que se ha alcanzado la “normalidad investigadora”. El crecimiento exponencial logrado en las últimas tres décadas, con algunas circunstancias a favor y otras muchas adversas, ha permitido además una posición relativamente destacada de nuestra investigación en la comunidad internacional.

La creación de las Áreas de Conocimiento y los Departamentos Universitarios, en el marco de la LRU de 1983, fue realmente el punto de partida que nos ha identificado como grupo y que siguió enriqueciéndose con profesores y profesoras de otros niveles educativos. Lo que hoy contemplamos como identidad científica, ha sido pues un

trabajo ingente y producto del esfuerzo en la contribución de muchos investigadores, a los que quiero rendir un sencillo homenaje con esta ponencia.

Estamos en la edición XXV de los Encuentros y aún podemos recordar el primero, en el año 1980, donde algunos de nosotros iniciamos la carrera académica y sabemos que algo tuvo que ver para que muchos señaláramos el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales para formar el consiguiente Departamento. Así nos debemos felicitar por haber conseguido llegar a esta XXV edición, treinta y dos años después, hurgando en los entresijos de la Educación y en la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias ha sido y sigue siendo una cuestión controvertida, como se ha venido repitiendo en los variados informes internacionales de evaluación ya conocidos, no sólo en España sino en todos los países de la OCDE (Kaernsli y Lie, 2011). Sobre esto también reflexionan Gil y Vilches (2006) para poner las cosas en su sitio. No obstante, podemos establecer sin temor a equivocarnos que esa dificultad del aprendizaje de las ciencias es una influyente causa del alto índice de abandono escolar temprano en la educación secundaria y Bachillerato –aproximadamente el 30% de los alumnos no terminan la ESO, en 2010 a nivel estatal el 28,4%–, ello ha sido objeto de múltiples y variadas publicaciones a lo largo de esta época. Este hecho sucede ya incluso en los años 70, donde el acceso a los estudios se extiende a un sector más amplio de la población, y es cuando grupos de profesores tanto de primaria como de secundaria se unen fomentando una llamada “escuela nueva” con el objetivo de mejorar la educación a través de la innovación, pero desconociendo los éxitos y fracasos en este ámbito del panorama internacional, de ahí que no tuviese una continuidad. Por otra parte la proyección y, en muchos casos, la relación de estos grupos de renovación con el profesorado de las antiguas Escuelas de Formación del Profesorado de EGB, condujo a una mayor profundización en el tratamiento de los problemas educativos que sólo podían tener solución con el paso hacia la investigación.

No ha sido fácil el camino recorrido y se ha tenido que luchar, sobre todo, con el pensamiento generalizado fuera del ámbito de la didáctica: “el que sabe, sabe enseñar”, “lo que necesita un maestro es pedagogía, psicología y algo de sociología porque ya tiene los conocimientos que debe transmitir”, “los maestros y los profesores lo que tienen que hacer es dar bien sus clases” ... Otras ideas se generaron desde dentro, a causa de nuestra propia evolución, “si el niño no está motivado es porque no se esfuerza” y “lo que tiene que hacer es estudiar más” (Pro y Rodríguez Moreno, 2011). La necesidad de impulsar una buena educación en ciencias, también ha sido una cuestión prioritaria en las distintas etapas a pesar de los frenos del sistema, ligado a circunstancias de interés político y económico –tratamiento del currículo, aumento de alumnos por grupo o contratación de profesorado a bajo precio, entre otras, así ha pasado por etapas de avances lentos y otras de cambios y adaptaciones por las exigencias curriculares asociadas a la “trilogía” de la ideología, la epistemología y los cambios de paradigmas en las metodologías.

Al hilo de lo anterior, podemos también hablar de la investigación que se ha llevado a cabo en la Didáctica de las Ciencias Experimentales, que en las primeras etapas se fue desarrollando de manera muy lenta y se podría considerar su evolución desde una moda, una necesidad de conocer o una investigación por mimetismo de otros países, hasta una integración plena en la comunidad científica internacional. Hemos asistido por diferentes caminos a un crecimiento exponencial de la investigación en un paralelismo con la construcción de la Didáctica de las Ciencias como cuerpo de conocimiento, aunque también debemos reconocer el hándicap de la lengua a la hora de publicar y por consiguiente ser una fuente referencial. A pesar de estas y otras muchas dificultades, el

crecimiento de la investigación en DCE decíamos que ha tenido un desarrollo considerable y que autores como Barberá (2002) ya lo calificó como “muy dinámico”. Hoy, el hecho de reconocer a la revista *Enseñanza de las Ciencias*, recientemente incluida en la base de datos del Institute for Scientific Information –ISI– es un indicador de nuestra contribución, con un considerable aumento de publicaciones en revistas internacionales de alto impacto, en las que esta revista se cita.

La idea de nuestro rastreo a partir de la base documental

Una vez llegado a este punto de las consideraciones generales establecidas, pensamos que sería conveniente un tratamiento por partes para justificar este avance en términos de evolución. En estos presupuestos creemos que podemos ser capaces de abordar tres interrogantes básicos –¿de dónde partimos?, ¿qué hemos hecho? y ¿qué podemos seguir haciendo? –, intentando diferenciarnos de los últimos trabajos en esta misma línea. Así Pro (2009) y Benarroch (2010) se centran en las comunicaciones presentadas a congresos de Enseñanza de las Ciencias y, en cierto modo, representativos del Área; en congresos menos multitudinarios pero con una amplia representación de formadores de Maestros, para lo que se pretendía (Pro y Rodríguez Moreno, 2011); otros sobre las tendencias metodológicas de las aportaciones (Otero y Sanjosé, 2006; Gutiérrez, 2008); Gil (1994) analiza 10 años de existencia de la revista *Enseñanza de las Ciencias*; en este mismo sentido, Jiménez Aleixandre (2008) lo hace 25 años después del nacimiento desde un punto de vista como medio de diálogo en la comunidad científica, comparándola con las tres revistas de mayor impacto del área –SE, IJSE y JRST–. También sobre trabajos en revistas especializadas y con cuestiones monográficas se han realizado revisiones por otros autores (García, 2008; Oliva, 2010; Pro, 2010, etc.). En el caso que nos ocupa pretendemos aportar el sentido de evolución de la investigación en el panorama español, comparativamente con lo que ha ocurrido fuera de nuestras fronteras.

Consideramos este trabajo como histórico-documental basado fundamentalmente en las distintas revisiones encontradas en la literatura, que nos han podido dar pautas para hacer las oportunas reflexiones en las distintas épocas. Aún sabiendo que no es un estudio ni mucho menos completo, se puede caracterizar como una revisión de revisiones con todas las limitaciones que tiene un trabajo de este tipo. Por otra parte, también hemos creído conveniente conocer lo que nuestra comunidad científica ha hecho fuera de nuestro contexto, limitándolo a las revistas que normalmente han usado otros autores, las tres de mayor reconocimiento internacional en el Área –SE, IJSE y JRST– de las que se han extraído todas las publicaciones existentes de autores españoles. Así, hemos dispuesto de 88 trabajos que nos han servido para conocer: *¿qué hemos investigado?*, *¿cuánto y cuándo hemos publicado fuera de nuestro país?*, *¿qué evolución hemos tenido?* y, además, cuál es la posición y el reconocimiento de nuestra investigación fuera de España.

Cronológicamente podríamos definir distintas etapas por las que ha pasado esta evolución de la investigación, sin ánimo de pretender etapas estancas pero que dan idea del proceso producido hasta llegar a la actualidad, así nos servirán para hacer un recorrido a través de ellas:

- Una etapa *Precientífica* hasta la década de los años 70, que coincide con las etapas “adisciplinar” y posteriormente “tecnológica” desde la visión de la disciplina de Didáctica de las Ciencias Experimentales establecidas por Ardúriz-Bravo e Izquierdo (2002)

- La etapa *Protocientífica* de los años 80, que converge con la denominada “emergente” por Porlán (1993).
- La etapa de *Desarrollo Científico* a partir de la década de los 90, marcada por la establecida de “consolidación” de la disciplina por distintos autores.
- Finalmente, una etapa de *Normalidad Investigadora* en la última década, como también la llaman Pro y Rodríguez Moreno (2011), para continuar con la que denominaríamos de *Expansión* para el futuro.

UNA MIRADA HACIA ATRÁS PARA VER HACIA ADELANTE

El único referente que tenemos hasta la primera mitad del siglo XX es la revista *Science Education* que nace en 1916, en la que no existe un campo de problemas delimitados que pudieran alimentar una investigación. Coincide con lo que denominamos etapa *precientífica* y otros autores, en relación a la propia disciplina, la denominan *adisciplinar* y *tecnológica* (Arduriz-Bravo e Izquierdo, 2002) o *predisciplinar* (Porlán, 1998), situando el origen de la Didáctica de las Ciencias en la década de los 50 con una visión fragmentada y, por tanto, atórica, sin un cuerpo propio de conocimiento donde las exiguas publicaciones básicamente tratan de recomendaciones o sugerencias que hacen los autores a través de algunas herramientas para el aula. En esta época se comienza a gestar el desencadenante –la falta de científicos– unido a la necesidad de su formación desde las bases, hecho que se relaciona con el adelanto tecnológico de la Unión Soviética respecto a los Estados Unidos y se considera que el lanzamiento del primer satélite (Sputnik) en 1957 es un punto de inflexión que marca la siguiente época.

Es a partir de la década de los 60 cuando comienza a crecer la inquietud y la necesidad de cambios en el currículo, con un gran despliegue de propuestas cuestionando el sistema de enseñanza de las ciencias. Este espacio de tiempo tiene como nota especial la fuerte influencia de la psicología del aprendizaje y la incipiente investigación en nuestro campo pretende incidir en el cómo se aprende, tomando referentes a autores como Rober Karplus, Jerome Bruner, Robert Gagné o Skinner. También se despliega un amplio abanico de innovaciones que provienen de los países angloparlantes y que promueven la transformación de una enseñanza tradicional, conductista, de conocimientos elaborados, a una más “progresista” de corte experimental, científico-positivista. Hay que recordar propuestas de enseñanza de las ciencias como las de *Physical Science Study Comité* (PSSC) o la de *Chemical Bond Approach Project* (CBA), por ejemplo, o los ambiciosos programas de la *Nuffield Foundation*, basados en la indagación –*inquirí*– que llevan a dar un paso más, no sólo en la conceptualización de la didáctica sino también extendiéndose al campo de la investigación educativa, aunque de corte experimentalista y cuantitativa, sin tener todavía muy en cuenta los contenidos de ciencias, pero dando un cambio radical a la enseñanza de las disciplinas científicas (Sanmartí, 2008).

Comienzan a surgir problemas derivados de los cambios, donde se comienza a prestar más atención a lo que el alumno “sabe o no sabe”, llegándose a “sorprendentes” reconocimientos como el que conceptos básicos y reiteradamente enseñados no llegan a ser correctamente aprendidos por los alumnos. Consecuentemente, estos problemas no tienen una simple respuesta a través de la experiencia, sino con un tratamiento de investigación educativa adecuada que dé contestación.

Dado que ningún país europeo ha tenido tradición investigadora hasta después de los años 60, no es hasta estas fechas cuando se empieza a desarrollar, lo que es más productivo e importante, el proceso de comunicación de resultados. Así comienzan a

surgir nuevas revistas como órganos de expresión y un aumento considerable de trabajos publicados. En 1963 aparece el *Journal of Research in Science Teaching*, en 1971 *Research in Science Education*, en 1972 *Studies in Science Education* y *European Journal of Science Education* en 1979 (actualmente *Internacional Journal* desde 1987). Con un cierto retraso también aparecen en España algunas revistas más de innovación que de investigación como *Cuadernos de Pedagogía* en 1975, aunque no es específica del área pero fue un medio de comunicación de las experiencias llevadas a cabo por grupos de innovación de la “Escuela Nueva”. Estos tenían como objetivo un cambio profundo en la enseñanza a causa del gran fracaso escolar existente, dando los primeros pasos y como indicadores hacia la consolidación de la Didáctica de las Ciencias como disciplina y constituyendo el comienzo de una etapa *protocientífica* en términos de investigación.

A pesar de todo ello, a principio de la década de los años 80 había una sensación de vacío de este campo en España y en Latinoamérica, las pocas revistas internacionales existentes eran desconocidas y no había medios de comunicación en castellano. En esta época surge la inquietud de un grupo de personas por la didáctica y, sobre todo, de las Escuelas de Formación del Profesorado, entonces de EGB, en 1980 se constituyen y dan forma al I Encuentro de Didáctica de la Física y la Química, celebrado en Granada. Esta inquietud, posiblemente alentada por la primera convocatoria de profesores Agregados de Escuelas Universitarias de Formación del Profesorado a nivel Nacional, a la que posteriormente le sucedieron convocatorias normales dentro del régimen universitario junto a profesores de otros niveles, han dado continuidad hasta los de hoy XXV Encuentros, así se fueron sucediendo año a año y constituyeron un foco de formación y de puesta en común sobre los problemas de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

En el primer lustro de esta década de los 80 se producen acontecimientos de gran trascendencia tanto para la disciplina como para la investigación en la disciplina. La promulgación de la LRU en 1983, posibilita la transformación de lo que hasta ahora eran Cátedras de Física y Química o Biología y Geología en Departamentos y Áreas específicas, entre ellas la de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE). Además, en este mismo año, nace de la mano de Daniel Gil –socio honorario de APICE– la *Revista Enseñanza de las Ciencias*, hoy único medio de expresión e impulso de la investigación en castellano indexada en el *Journal Citations Report* (JCR) en 2009 y que ha jugado, en todo este tiempo, un papel fundamental en la comunicación de la investigación y con Latinoamérica, pero habrá que esperar una década más –en 1994– para la salida de la *revista Alambique*, que es hoy otro de los medios de difusión más conocidos. En esta década también nacen otras revistas que empujan hacia la consolidación en la investigación en 1987 como *Investigación en la Escuela*, propiciada por el grupo IRES donde Rafael Porlán tiene un meritorio lugar, y la revista *Interuniversitaria de Formación del Profesorado* –antigua de Escuelas de Magisterio–. Al margen de todo esto y desde entonces no se ha logrado que las Facultades de Ciencias Experimentales reconozcan los problemas educativos en ciencias como temas de investigación, esta dificultad, en la época, hacía que sólo se logaran tesis en materias de la ciencia erudita.

En esta etapa, Klopfer (1983) aún considera que la didáctica de las ciencias constituye un dominio paradigático, en el que la investigación tiene un carácter puntual sin un cuerpo coherente de conocimiento. Ciertamente, los esfuerzos de la investigación en DCE se dedican hacia la realización de tesis doctorales, que han ayudado a superar las barreras anteriores; si en el año 1981 solamente había dos tesis leídas en el área y cinco en 1985, hoy estamos en lo que podemos denominar una etapa de absoluta normalidad

como cualquier otra área de conocimiento con innumerables trabajos defendidos e incluso muchos de ellos codirigidos con profesores pertenecientes a las áreas disciplinares.

En esta década es también cuando diferentes autores (Gutiérrez, 1987; Astolfi y Develay, 1989) consideran un cambio de tendencia cientifista y tecnológica en la enseñanza de las ciencias con respecto a las dos décadas anteriores, donde los problemas sociales y ambientales ponen coto al positivismo ilimitado. En este sentido, autores como Kuhn, Lakatos, Toulmin y Feyerabend tienen un papel predominante con un cambio en la corriente epistemológica, al igual que Ausubel desde la psicología cognitiva, donde se promueven cambios con la crítica a los modelos simplificadores que consideran el aprendizaje como causa directa de la enseñanza y desde la propia didáctica centrada en la dinámica de la comunicación en el aula de ciencias. Son numerosos los estudios fundamentados en las ideas de Piaget entre los años setenta y el primer lustro de los ochenta. Así poco a poco se van generando marcos teóricos que se van compartiendo y generalizando como en cualquier origen de una disciplina. Se comienza a crear una comunidad de investigadores en didáctica de las ciencias que poco a poco se van separando de los modelos psicólogos y creando la necesidad de solucionar problemas propios.

Podemos constatar, a través de la literatura, que lo que conocemos como “concepciones alternativas”, “concepciones espontáneas” o “errores conceptuales”, Pierre Astolfi y Laurence Viennot, entre otros, marca una línea muy fuerte, que posiciona la investigación hasta finales de la década de los ochenta. Destacando también obras como las de Novak y Gowin (1984) –Aprendiendo a aprender–, también al final de la década como la de Driver, Guesnes y Tiberghien (1989) –Ideas científicas de la infancia y la adolescencia– o Giordan y De Vecchi (1987) –Los orígenes del saber–.

Con anterioridad, pues, en el primer lustro de la década de los 80 y en la Revista *Journal of Research in Science Teaching* autores como Watson (1983) reconocen en esta época que la preocupación social hacia la enseñanza de las ciencias hace de la Didáctica de las Ciencias una posible disciplina, aunque la falta de investigación en este campo y por tanto de resultados también conlleva que no haya un cuerpo que la identifique como tal o que tenga una identidad. Por otra parte Westmeyer (1983) cuestiona que la Didáctica de las Ciencias pueda ser una disciplina comparándola con otras ciencias más establecidas y alude hacia dónde deben dirigirse los esfuerzos, establecer teorías propias, aplicación de teorías de otras disciplinas o estabilización de los conocimientos. En este mismo sentido y en la búsqueda de un campo propio Abraham *et al.* (1982) realizan un amplio trabajo por encuestas para conocer el pensamiento de los miembros de la Association for Research in Science Teaching que se decantan por la necesidad de establecer tres líneas prioritarias de investigación: 1) estrategias de enseñanza, 2) aprendizaje de los estudiantes y 3) las actitudes de los estudiantes y profesores.

Así, se comienza a recoger la cosecha a final de esta década y comienzo de los 90 con revisiones como la de Lederman (1992) donde trata de justificar qué se ha aprendido de las preconcepciones y nuevos enfoques para investigaciones futuras o las conclusiones aportadas por Gil (1994), donde se dice que estas preconcepciones cuestionan rotundamente la eficacia de la enseñanza de las ciencias por transmisión de conocimientos elaborados; dichas aportaciones han favorecido los planteamientos constructivistas y han dirigido la atención hacia la historia y filosofía de las ciencias.

En un artículo “visiones deformadas de la ciencia transmitida por la enseñanza” publicado por Fernández *et al.* (2002), se hace un recorrido por diversas investigaciones y presentan los diversos obstáculos que tienen los profesores para la renovación de la enseñanza de las ciencias. La atención a las preconcepciones de los profesores fue escasa hasta la segunda mitad de los años 80, así Hewson y Hewson (1987 y 1989) publican dos interesantes trabajos, donde se decía que si los alumnos tenían preconcepciones, cabría suponer que también las tendrían los profesores acerca de la enseñanza y en el segundo trabajo presentan una forma curiosa de conocer y analizar las concepciones utilizando sistemas similares a las construidas para los alumnos –cuestionarios sobre viñetas a los profesores–. Esta época fue muy prolija en los cursos de formación, sobre todo en la segunda mitad de la década de los 80 y principio de los 90, donde no se tomaba en cuenta las concepciones de los profesores en el diseño de la formación inicial pretendida. En este sentido, Bell y Pearson (1992) expresan la importancia de cambiar la epistemología de los profesores para la renovación de la enseñanza de las ciencias.

Así, el estudio y análisis de las concepciones de los docentes acerca de la ciencia y su enseñanza, constituye, a finales del siglo XX, una potente línea de investigación y destila un amplio número de publicaciones, tesis doctorales y volúmenes temáticos (Porlán 1998). Se percibe también un cambio notable desde principios de los 80, según los presupuestos de Watson (1983) Klopfer (1983) y Westmeyer (1983) y según Hodson (1992), quien diagnostica que hoy ya es posible la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos, donde se puedan integrar los aspectos relativos a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, respaldado por Aliberas *et al.* (1989) apuntando hacia una nueva comunidad científica.

EL PRINCIPIO DE UN VERDADERO DESARROLLO

En la década de los años 90 comienza el *desarrollo científico* marcado por la consolidación de la disciplina, aunque se sigue hablando de un cuerpo teórico fragmentado en los diferentes ámbitos pero con una tendencia hacia la confluencia de la Didáctica de las Ciencias y con una necesidad de integración de las líneas de investigación (Porlán, 1993). Este mismo autor propone acciones a llevar a cabo para lograr la consolidación entre ellas, algunas más importantes, desde nuestro punto de vista, y otras no tanto.

En el mismo sentido del autor anterior, Barberá (2002) hace una reflexión sobre la complejidad del Área de Didáctica de las CC.EE., destacando que se nutre de todas las ciencias básicas y eso es una dificultad a la hora de abarcar un corpus homogéneo de conocimiento, agregándole la existencia de objetivos educativos muy dispares desde la educación infantil hasta la formación de profesores. Existe una multiplicidad de la enseñanza que acomete tareas tan complejas como la de convertir en ciencia escolar a diferentes niveles la ciencia básica, así como su tratamiento diferenciado, aunque con aspectos comunes en metodologías de investigación pero también con elementos distintos en sus conceptualizaciones.

Se destaca en esta década la necesidad de consolidar un *auténtico marco teórico de referencia*; hoy, el gran número de trabajos publicados en múltiples revistas específicas del área han ayudado, sin dudar, a la unificación de marcos teóricos que ya se comparten por la comunidad científica, y muchas de las revistas que recogían todo tipo de artículos -de reflexión, innovación, investigación y de experiencias- se han ido especializando, esto ha implicado una mayor exigencia para la publicación (Sanmartí, 2008).

Sin duda, en esta última década del siglo XX, el panorama mejora notablemente e incluso da un cierto giro en nuevas líneas prioritarias de investigación, como apunta Gil (1994), haciendo referencia a un notable incremento cuantitativo de la producción en investigación y dando otros índices como la evolución de los órganos de comunicación. En nuestro entorno nace en 1994 una importante revista, *Alambique*, con el compromiso de prestar apoyo al profesorado dando a conocer propuestas de experiencias innovadoras concretas, junto a *Enseñanza de las Ciencias e Investigación en la Escuela* son las revistas de mayor referencia en el área. Fuera de nuestro entorno comienzan su andadura otras revistas especializadas como *Science & Education* en 1991, de apoyo teórico sobre el papel de la historia y filosofía de la ciencia en la enseñanza. Por otra parte, al final de la década, Mellado (1999) reseña los avances producidos en las investigaciones sobre el profesorado y las inconsistencias entre las concepciones y la práctica de aula, con una consolidación del constructivismo como marco teórico necesario para los futuros programas de formación inicial. Gil *et al.* (2000) señalan nuevas líneas de actualidad para la investigación; Arduriz-Bravo e Izquierdo (2002) analizan la Didáctica de las Ciencias Experimentales como disciplina autónoma consolidada, basándose en una serie de indicadores, y Porlán (1993 y 1998), si en el primer lustro hace hincapié en el proceso de integración de líneas de investigación y subraya la disciplina como emergente, al final de la década considera una positiva evolución de la investigación con la consolidación de la línea del pensamiento de los alumnos y el desarrollo de otra de gran actualidad, como es la del conocimiento y práctica de los profesores.

Posiblemente este cambio de percepción, desde la consideración del alumno como la causa de las dificultades del aprendizaje, hacia el profesor puede tener el origen en el drástico cambio que sobrevino con la nueva ley de educación, la LOGSE en 1990. Esa nueva visión de orientar la educación en ciencias hacia las necesidades de los ciudadanos frente a una enseñanza de las ciencias erudita para formar futuros científicos, aparte de una dicotomía inexistente según Pro (2010) con el argumento de que los científicos deben ser, ante todo ciudadanos, sí es cierto que no fue bien acogida por los profesores, bajo la defensa de la “ciencia de siempre”, y esto pudo desembocar en conocer profundamente el pensamiento que sustentaba ese principio.

Estamos de acuerdo con Pro (2009) donde hace un breve análisis respecto a la fuente de problemas nuevos, en términos de investigación, que se abren con los cambios curriculares; así por ejemplo la LOGSE puso el acento en varias cuestiones como: la alfabetización científica de la ciudadanía, las áreas transversales, nuevos planteamientos metodológicos de la enseñanza, la evaluación o la formación inicial y permanente del profesorado. Con la LOE, en 2006, se suman otras problemáticas como: las competencias, la contextualización de las ciencias o el abordaje por ende de la enseñanza no formal e informal, el valor de la argumentación y las destrezas comunicativas o la nueva formación inicial generalista de los maestros, etc. Todas estas temáticas se convierten en posibles problemas para ser objetos de investigación y, de hecho, es así por el aumento sustancial de la producción, como apuntaba Pro (*op.cit.*), en esta etapa podemos hablar de un “Área viva” donde la investigación y la innovación despliegan variados retos.

Pero hay otros indicadores que nos permiten conocer una real evolución positiva de la investigación en esta etapa y es el de tesis doctorales. Anteriormente apuntábamos que la segunda tesis leída con contenidos propios de Didáctica de las Ciencias Experimentales fue en 1981, los datos aportados por Jiménez y Prieto (1996) en una comunicación presentada en los XVII Encuentros contabilizan hasta 44 tesis leídas –con

posibilidad de algunas más- y 24 en realización, sin duda un claro desarrollo del área aunque también constatamos que, por la falta de doctores, muchas de ellas estaban dirigidas desde las facultades de ciencias experimentales y, por consiguiente, con directores de materias disciplinares.

En un trabajo realizado por López Calafí *et al.*, (1998) hay también un indicador que nos permite visualizar una maduración de la investigación en esta etapa. En este estudio bibliométrico que trata de la evolución de la revista de *Enseñanza de las Ciencias* a partir de sus fuentes de información, se constata como entre los años 1983 y 1996 hay una inversión de las referencias de libros hacia artículos de revistas, dando idea de una maduración de la investigación y una progresión en los fundamentos del conocimiento.

Según lo anterior, podemos considerar en nuestro contexto educativo un Área consolidada al final de la década de los 90 y, coincidiendo con el inicio del nuevo siglo, que en un relativo corto espacio de tiempo el volumen de publicaciones ha sido muy extenso, con un principio de reconocimiento internacional de nuestra comunidad científica. Ya en este momento existe también un considerable número de revistas, y se intensifican los programas de doctorado en los Departamentos, aumentando notablemente los doctores en el área. Pero cuando esta evolución se produce es necesario hacer una parada dinámica que nos permita reflexionar sobre lo que se ha hecho complaciente o críticamente y hacia dónde podemos ir. Utilizando la metáfora de la escalera, ha sido como subir peldaño a peldaño con la necesidad de rellanos que nos hagan pensar como seguir subiendo. Esta función se le puede asignar a los cuatro Handbooks internacionales específicos del área hasta ahora publicados, (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998; Abell y Lederman, 2007; Fraser, Tobin y McRobbie, 2012), los dos primeros publicados en esta década y dan buena cuenta de la evolución producida. de ellos, el primero más dedicado a los alumnos y al aprendizaje y el segundo a la enseñanza y los profesores. Hay que destacar la presencia en ellos de autores españoles con tres artículos, uno en el segundo Handbook y dos en el último.

Un último indicador que podemos dar entre otros posibles, está basado en una revisión en nuestro País, dentro del conjunto de la producción en la investigación en educación, que nos lo proporciona Anta Cabrero (2008). Realiza un análisis bibliométrico utilizando 3118 documentos de investigación educativa de 182 revistas españolas, entre los años 1990-2002, con el fin de observar los contextos donde se desenvuelve la investigación, por tanto con una amplia variedad de revistas de distintas Áreas y entre las que se encuentran las más conocidas españolas de nuestra Área –*Enseñanza de las ciencias, Alambique, Interuniversitaria de Formación del Profesorado, Investigación en la Escuela*- y otras revistas donde además también se publican artículos relacionados con la Didáctica de las Ciencias Experimentales como: -*Revista de Educación, Revista de Investigación Educativa,...*-. De entre los datos obtenidos se pueden extraer algunos relativos a nuestra Área como, por ejemplo, en cuanto al objeto de las materias que intervienen en la investigación, de 1040 documentos el 33% están relacionados con la enseñanza de las ciencias y el segundo mayor porcentaje es de la materia enseñanza de las ciencias sociales con 27%. Por otra parte, sobre 1936 documentos que tratan los diferentes niveles de la enseñanza, sigue liderando las investigaciones el nivel de secundaria, donde confluyen diferentes parámetros como ser el nivel más problemático en cuanto al currículo, profesores y alumnos, entre otros factores.

Hay un dato importante a resaltar en este estudio, esto es, ordenadas las revistas de mayor a menor volumen de documentos en estos años, las cinco primeras entre las que se encuentran *Enseñanza de las Ciencias* e *Interuniversitaria de Formación del*

Profesorado, acumulan una semejante producción a las 18 siguientes y, a su vez, que el resto hasta 181.

Y, EN CONSECUENCIA, ¿CUÁL ES EL BALANCE EN LA ACTUALIDAD?

Aparte de las consideraciones estructurales aludidas anteriormente, podemos agregar algunas más que también justifican la evolución del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales y como consecuencia la investigación. Podríamos hablar de un vertiginoso avance producido con la entrada del nuevo siglo teniendo en cuenta que en 1983 la comunidad de didáctica de las ciencias no existía como tal en España, según señala Jiménez Aleixandre (2008), entre otros investigadores y corroboramos muchos más. Al final de la década de los 90 Barberá (2002) califica al Área de “muy dinámica”, hoy Pro y Rodríguez Moreno (2011) de “desarrollo espectacular” de la investigación. Podemos asegurar que estamos en igualdad con otras áreas de educación y por encima del resto de las áreas de didácticas específicas.

En cuanto a la estructura académica, hasta hace aproximadamente 15 años no existían Titulares ni Catedráticos de Universidad, ahora los primeros son la figura normal y un número razonable de los segundos; en el año 2000 la mitad del profesorado no era doctor, escaseaban los programas de doctorado y, en su caso, con muy pocos alumnos... desde el curso 2005-06 que se instauran los programas de calidad y a partir de 2006 los Másteres oficiales, han ido aumentando considerablemente el número de alumnos que cursan estudios de posgrados, aunque es cierto que aún es escaso el número de Másteres que se centran en la investigación en Didáctica de las Ciencias –cinco en todo el territorio español-. Ya es usual la obtención de proyectos en convocatorias competitivas nacionales, así fue una petición reiterada que la evaluación de nuestro trabajo se realizara por expertos del área y, al menos, tenemos alguna representación en órganos de evaluación y acreditación nacional –CNAI, ANECA y ANEP-. Ello ha contribuido a un aumento muy significativo de la producción, que se difunde en revistas nacionales e internacionales específicas del área – en torno a 100, según recopilación realizada- y en otras menos específicas, con un creciente número en las de alto impacto incluidas en el JCR. Ha aumentado la participación en los Congresos Internacionales, de aproximadamente 500 a más de 700 comunicaciones respectivamente en los dos últimos Congresos de Enseñanza de las Ciencias, con la participación mayoritaria de hispanoparlantes, manteniéndose por otro lado el número en los últimos cinco Encuentros -entre 90 y 120 comunicaciones-, creándose también nuevos foros de debate con contenidos candentes y específicos.

En definitiva, no con pocas dificultades, se ha ido creando un conocimiento estable e integrado y con un reconocimiento en la comunidad internacional. Dicho esto, hemos querido dejar una muestra en la misma línea como ya lo han hecho otros autores aunque con un objetivo distinto (Pro, 2009 y 2011; Benarroch, 2010) utilizando una metodología similar y tratando de dar respuesta a algunos interrogantes derivados de *quiénes, qué o cómo investigamos y cuándo o cuánto publicamos* fuera de nuestro contexto como indicador de participación en la comunidad internacional. Para ello, hemos querido analizar las contribuciones de los autores españoles fuera de España y nos ha parecido oportuno utilizar como base documental las tres revistas de mayor difusión internacional y de gran impacto aludidas anteriormente. Utilizamos, en primer lugar, los trabajos de Tsai y Wen (2005) y Lee, Wu y Tsai (2009) a efectos comparativos globales y, posteriormente, hacemos un análisis de todos los trabajos publicados por autores españoles en estas tres revistas desde sus inicios hasta mayo de 2012.

¿Cuál ha sido la participación de los españoles, en revistas de impacto, fuera de España?

Si nos comparamos con otros países, también el reconocimiento internacional de los investigadores españoles se hace patente en los últimos años. En un estudio bibliométrico sobre la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, entre los años 1998 a 2002, realizado por Tsai y Wen (2005) a partir de artículos publicados en las tres revistas internacionales de mayor índice de impacto ISI del Área –*Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* e *International Journal of Science Education* – las investigaciones realizadas por españoles ocupan el sexto lugar del mundo en este periodo, teniendo en cuenta que para el citado estudio se han contabilizado 23 países para SE, 36 en el caso de IJSE y 21 para JRST, con un total de 802 artículos analizados. Nos hemos permitido tomar de los autores una de las tablas comparativas, que hemos resumido (tabla 1)

Tabla 1. Rango de países sobre publicaciones desde 1998 hasta 2002 en SE, IJSE y JRST

	1998-2002	1998	1999	2000	2001	2002
Orden	Países	Países	Países	Países	Países	Países
1	USA	USA	USA	USA	USA	USA
2	UK	UK	UK	UK	UK	UK
3	Australia	Australia	Australia	Australia	Australia	Australia
4	Canadá	Canadá	España	Canadá	Canadá	Taiwan
5	Israel	Israel	Israel	Israel	Noruega	Holanda
6	España	Alemania	Canadá	España	Israel	España
7	Taiwán	Holanda	Taiwan	Sudafrica	China	Israel
8	Holanda	Grecia	Grecia	Taiwan	Sudáfrica	Canadá
9	Sudáfrica	Sudáfrica	Brasil	Brasil	España	Suiza
10	Alemania	España	Sudáfrica	Alemania	Holanda	Francia

(Datos tomados de Tsai y Wen, 2005)

Podemos destacar la posición que ocupamos prácticamente detrás de los países angloparlantes, que parten con ventajas claras del idioma, por otra parte se puede observar el avance producido entre 1998 y 1999. Lee, Wu y Tsai (2009) publican otro estudio bibliométrico con la mismas condiciones y metodología del anterior, obteniendo los resultados resumidos en la tabla 2. En ella se destaca la estabilidad alcanzada, ocupando la posición séptima como media en estos años con una evolución positiva desde 2003 hasta 2007. Estos mismos autores establecen un rango de países por revistas individualizadas donde ocupamos, en estos años, el sexto lugar en IJSE, el quinto en SE y estamos por debajo del décimo puesto en JRST. Ciertamente, donde menos publicamos o quizás donde más dificultad tengamos para la aceptación de publicaciones es en esta última. También hay que tener en cuenta que el número de revistas ha ido aumentando y, por lo tanto, también las posibilidades de publicación en otras revistas con menor exigencia. De una manera u otra los autores del estudio establecen que ya existen otros países no angloparlantes que están plenamente integrados en la comunidad internacional.

Tabla 2. Rango de países sobre publicaciones desde 2003 hasta 2007 en SE, IJSE y JRST

	2003-2007	2003	2004	2005	2006	2007
Orden	Países	Países	Países	Países	Países	Países
1	USA	USA	USA	USA	USA	USA
2	UK	UK	UK	UK	UK	UK
3	Australia	Australia	Australia	Taiwán	Canadá	Taiwán
4	Canadá	Israel	Canadá	Israel	Australia	Canadá
5	Taiwán	Canadá	Israel	Australia	Israel	Australia
6	Israel	Taiwán	Taiwán	Nueva Zel	Holanda	España
7	España	Alemania	Grecia	Canadá	España	Israel
8	Holanda	España	España	España	Taiwán	Sudáfrica
9	Turquía	Nueva Zel	Holanda	Holanda	Turquía	Turquía
10	Sudáfrica	Sudáfrica	Francia	Suecia	Grecia	Suecia

(Datos tomados de Lee, Wu y Tsai, 2009)

A tenor de estos datos, hemos querido profundizar en las publicaciones realizadas fuera de España y hemos considerado algunos interrogantes como: *¿Cuál ha sido la participación de los españoles?*, *¿Con qué frecuencia se ha publicado?* y *¿Qué se ha publicado fuera de nuestro contexto?* Hemos considerado en nuestro estudio las mismas revistas utilizadas por Tsai y Wen (2005) y Lee, Wu y Tsai (2009) y se ha hecho una revisión completa de las tres revistas desde su nacimiento buscando todos los artículos donde al menos hubiera un autor español.

Esto nos ha permitido hacer un balance de la evolución hasta la actualidad y, además, pensamos que nos pueden dar pautas sobre qué investigaciones son aceptadas o de interés en estas revistas de alto impacto a nivel internacional, incluidas en el *Journal Citations Report* (JCR), teniendo en cuenta que según los datos recogidos de Jiménez Alexandre (2008) la tasa de aceptación está aproximadamente en un 20% (SE), 35% (IJSE) y 15% (JRST).

¿Cuándo y cuánto publicamos, en revistas de impacto, fuera de nuestro contexto?

Con el interrogante planteado no buscamos simplemente un número, tratamos de ver, por un lado, la calidad en la consideración internacional reconocida que tienen las revistas indexadas en JCR y, por otro, la evolución a lo largo de tres décadas como signo de reconocimiento en la comunidad internacional de nuestro trabajo. Aunque las posiciones de cada revista pueden variar de un año a otro, las tres revistas utilizadas en nuestro análisis mantienen posiciones relativas con cierta regularidad, hay que tener en cuenta también, ya apuntado anteriormente, el dato de aumento progresivo de los números en las tres revistas, que puede ir en detrimento de la calidad de las publicaciones. Hoy se publican 18 números al año en IJSE, 10 en JRST y 6 en SE

Sin tratar de ir más allá de lo que pretendemos, consideramos un resumen en la tabla 3 de la frecuencia de publicaciones en las tres revistas, teniendo en cuenta que hemos identificado un total de 88 trabajos, la mayoría (53) en una de ellas (IJSE), con un 60.2% de la presencia, en otro extremo con 9 artículos (10.2%) en JRST, datos coincidentes con los resultados de los anteriores autores y según tenemos constancia el último trabajo en ésta aparece en el año 2006. Por otro lado, a fin de saber la evolución

de las contribuciones realizadas, hemos distribuido los artículos publicados en tres décadas teniendo en cuenta que las primeras publicaciones se realizan en 1986 en el JRST, en 1988 para IJSE y 1990 en SE. Se observa globalmente un aumento positivo en la segunda década que se estabiliza en esta última con una igualdad en el número de publicaciones (39).

Podemos apreciar que hay una disminución de la producción de la segunda a la tercera década en las revistas SE y JRST aumentando en IJSE, aunque también hay que tener en cuenta que en 2012 se ha considerado sólo la mitad del año. Pero necesitamos ver la evolución más pormenorizada y, para ello, es necesario establecer períodos de tiempos más cortos, así lo hemos establecido cada 5 años y, en cada caso, intentando conocer las situaciones individuales y comparativas con otros estudios.

Tabla 3. Frecuencias de publicaciones de autores españoles en SE, IJSE y JRST desde 1983 a 2012

Revistas	1983-2012 (n=88)	1983- 92 (n=10)	1993-02 (n=39)	2003-12 (n=39)
	frecuencia (%)	frecuencia (%)	frecuencia (%)	frecuencia (%)
SE (1990) 1916-2012	26 (29.6%)	1 (10%)	15 (38.5%)	10 (25.6 %)
IJSE (1988) 1978-2012	53 (60.2%)	7 (70%)	18 (46.1%)	28 (71.8%)
JRST (1986) 1963-2012	9 (10.2%)	2 (20%)	6 (15.4%)	1 (2.6%)
Total	88	10	39	39

En la figura 1, se plantea el caso de la revista SE, donde se observa una evolución importante hacia la década 1998-2007 con mayor presencia que en la de 2003-2012, similar a la producida en las otras dos revistas. Se observa igualmente un desarrollo regular en los tres lustros desde 1993 hasta 2007.

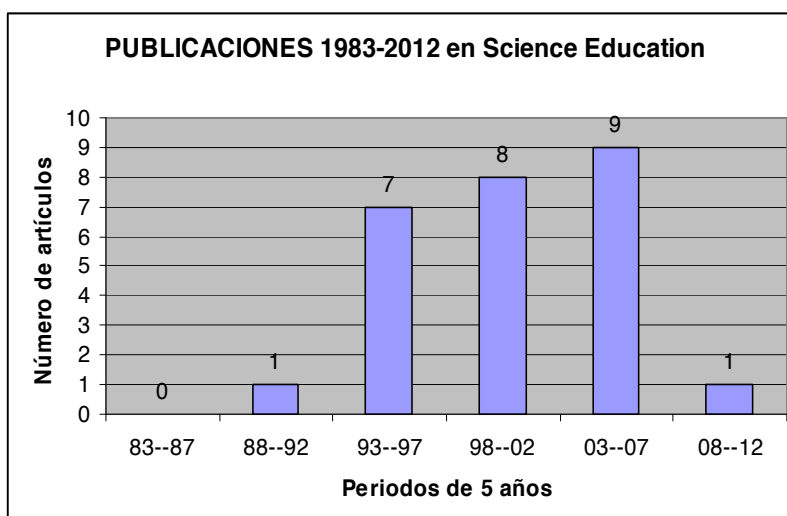


Figura 1. Producción 1983-2012 en Science Education cada 5 años

Aún siendo la revista con el menor número de publicaciones, se sigue manteniendo la idea de un desarrollo similar a las otras revistas con una constante en los 15 años anteriores a 2007 y una disminución importante en el último lustro en el que sólo tenemos constancia de una publicación.

A pesar del menor número de trabajos en la revista JRST (figura 2), es coincidente con lo anterior en cuanto a la mayor producción en la década 1993 y 2002, con una exigua aportación a partir del año 2000 donde sólo se publica un artículo. No acertamos a ver razones convincentes que nos ayuden a justificar esta situación, no tanto de la disminución en la última década como del número de publicaciones.

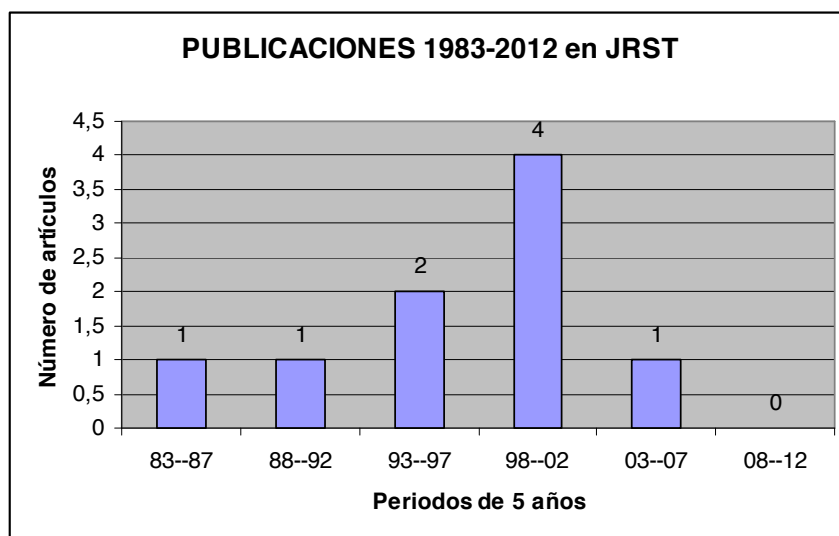


Figura 2. Producción 1983-2012 en *Journal of Research in Science Teaching* cada 5 años

De forma casi con una correlación de valores se pueden comparar las publicaciones en las tres revistas, siendo en esta última IJSE (figura 3) donde hay una mayor producción.

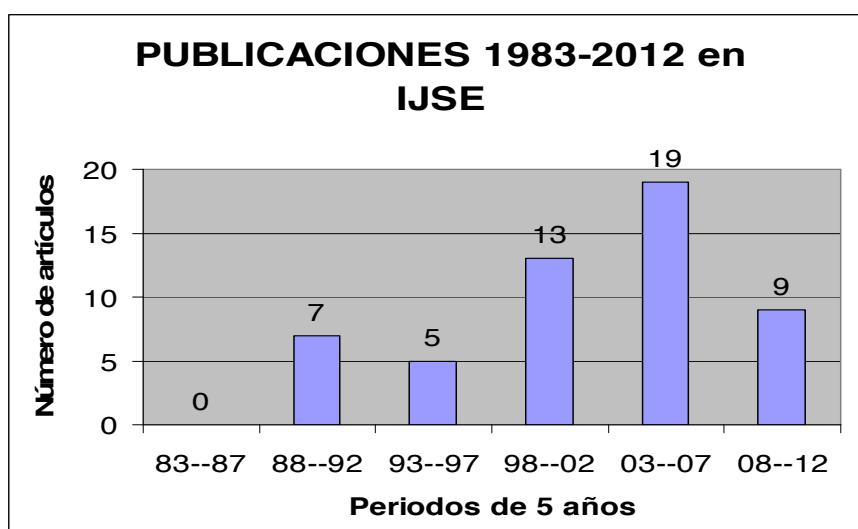


Figura 3. Producción 1983- 2012 en *International Journal of Science Education* cada 5 años

En este sentido podríamos dar una justificación de forma ingenua por los 18 números al año que se publican de esta revista en comparación con menor número en las otras dos, también se podrían dar otras justificaciones relacionadas utilizando el dato que nos

ofrece Lee, Wu y Tsai (2009), que está mucho más relacionado con la pertenencia o no a países angloparlantes –léase, USA, UK, Canadá y Australia– mientras que IJSE ha dedicado el 48% a estos, SE lo hace en un 72% y el JRST el 77%, siendo el resto para los demás países participantes en el estudio.

Nuestro mayor interés es ver la evolución producida en las tres décadas de nuestra historia, teniendo en cuenta las tres revistas, que no hace otra cosa que reflejar una variación similar con una mayor concentración de publicaciones en la década 1998-2007. A efectos de eliminar otras variables que puedan afectar a cada una de las revistas por separado, se ha construido también la curva de evolución conjunta, que se presenta en la figura 4.

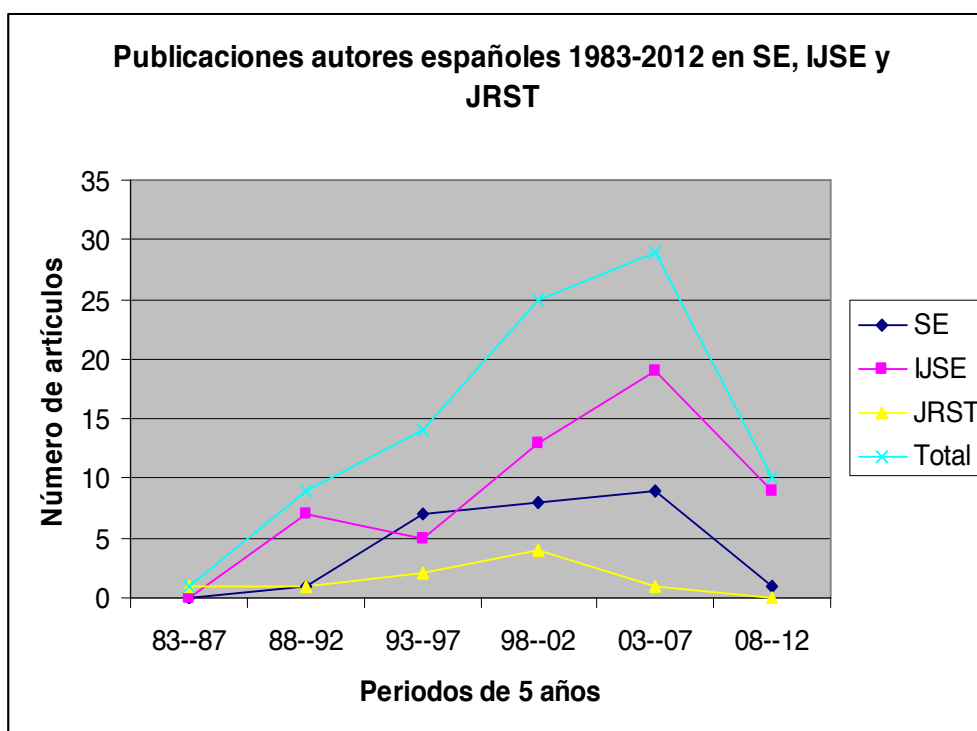


Figura 4. Evolución de las publicaciones en SE, IJSE y JRST desde 1983 a 2012

Hay que destacar, quizás, para ser justos y en detrimento de la euforia que se ha proclamado en distintas publicaciones sobre la continua subida en la producción, y sin ánimo de ser derrotistas por los logros conseguidos, aunque sólo sea un indicador debemos ser objetivos a la luz de los fríos números para destacar dos cuestiones: la primera es que el periodo de mayor producción coincide con el mismo de los estudios realizados por Wen y Tsai (2005) entre 1998 y 2002 complementado con el de Lee, Wu y Tsai (2009) entre 2003 y 2007; y, la segunda, una disminución en el último lustro que puede ser coyuntural sin justificación posible, al menos por nuestra parte.

A partir de estos datos, sería conveniente plantear un análisis, como hemos indicado anteriormente, para ver qué se ha publicado y cómo se ha llevado a cabo la investigación, siguiendo a otros autores con trabajos realizados por españoles en España y publicados en foros de nuestro contexto –revistas, congresos, encuentros, etc..-. En nuestro caso, hemos querido aportar el dato de ser publicados en revistas fuera de nuestro entorno. Aunque sólo se presenta aquí una parte de nuestro trabajo, sobre *¿Qué se investiga en nuestro contexto y se publica fuera de él?*, utilizando la misma fuente

documental anterior, nos puede dar una información que permite plantearnos algunas cuestiones sobre lo que hemos hecho y qué podemos hacer en adelante.

¿Qué investigamos los españoles en España y publicamos fuera de España?

Debemos insistir que nuestra intención está algo alejada de conocer la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales a través de lo que se publica fuera de nuestro país, tampoco queremos llegar a inferir que lo más valorado es lo que se publica en determinadas revistas. Estamos de acuerdo en que es un indicador de calidad, también de difusión en los ámbitos más “duros” de la Didáctica y, por tanto, es una medida de nuestra fortaleza y de la normalidad de participación en la comunidad científica internacional. Pretendemos sin embargo conocer también los entresijos de la calidad a la que hemos aludido, hurgando en los distintos indicadores que encierran el qué investigamos pero sin ser exhaustivos por criterios de espacio y que ampliaremos en una próxima publicación.

Siguiendo a Pro (2010) y Benarroch (2010) hemos construido un protocolo similar en la recogida de datos para las tres revistas consideradas y con la totalidad de los trabajos publicados por autores españoles, ya que contamos con la posibilidad de comparar, aunque en otro momento, los resultados obtenidos. Aquí sólo presentaremos unos primeros datos básicos con una ejemplificación de cinco referencias, por razones de espacio y que concretamos en la tabla 4.

Tabla 4. Datos básicos referidos a los estudios realizados por autores españoles en SE, IJSE y JRST (continúa)

Ref.	nº autores	Temática genérica	Temática específica	Nivel de investig.	Tipo de trabajo	Propósito
34 I 2001, 23(4)	1	alumnado/ formación inicial	Ideas que tienen los maestros en formación sobre la composición de la materia	universidad	2.1.2.	Estudio de las ideas de los estudiantes de magisterio sobre la composición de la materia a través de la elaboración de un mapa conceptual, obteniéndose una gran variación de representaciones
35 I 2000, 22 (12)	4	profesorado	Concepciones sobre cantidad de sustancia y mol que poseen los profesores de química	secundaria	1.1.1.	Diferencias entre los profesores de química y la comunidad científica en cuanto a los conceptos de cantidad de sustancia y mol. Se analizan las implicaciones didácticas que estas diferencias epistemológicas pueden acarrear en la enseñanza de la química

Tabla 4. Datos básicos referidos a los estudios realizados por autores españoles en SE, IJSE y JRST

Ref.	nº autores	Temática genérica	Temática específica	Nivel de investig.	Tipo de trabajo	Propósito
56J 1999, 36(4)	2	profesorado	Planificación de unidades didácticas	secundaria	1.1.1.	Se trata de analizar lo que hacen y piensan los profesores cuando planifican sus clases llegando a poder reflexionar sobre las planificaciones
77S 1999, 83(4)	1	libros de texto	Análisis de libros de texto	secundaria	2.4.1.	Se analizan libros de texto y se pregunta a editores y autores en una temática específica como es el enlace metálico
73S 2000, 84(6)	3	alumnado	El discurso en el aula	secundaria	2.2.1.	Se analizan los argumentos de los estudiantes y el diálogo con otros, a través de la grabación de sesiones
.../...	.../...	.../...	.../...	.../...	.../...	.../...

A la vista de los resultados obtenidos relativos a las publicaciones de los españoles fuera de España, representado por las tres revistas consideradas, hay que destacar lo siguiente:

Respecto a la participación de los autores españoles en el período considerado. Se puede decir que la comunidad científica de autores españoles no es muy extensa si atendemos al dato de participación en las 88 publicaciones realizada en la vida completa de estas revistas, que se distribuyen según: 43 autores en 26 artículos (SE), 11 autores en 9 artículos (JRST) y 60 autores en 53 artículos (IJSE), teniendo en cuenta que en los tres casos hay repeticiones de autorías. Si consideramos cada revista por separado, la media no llega a 2 autores españoles por artículo, aunque, en este último caso se llegaría a una media de 2,4 autores por artículo siendo el resto de autores no españoles.

Sobre cuánto y cuándo hemos publicado. En la última década, ha sido una etapa floreciente con una evolución exponencial, entendiéndose que ha supuesto un reconocimiento e integración en la comunidad científica internacional y ocupando el primer lugar de países no angloparlantes. Sin embargo hay un decrecimiento en el último lustro, que podríamos justificar por la conjunción de la dificultad para publicar en estas revistas –en unas más que en otras– y por la diversificación unido a la especialización de otras revistas. Sería necesario conocer un dato relativo a las publicaciones en otras revistas que serviría de contraste con la justificación propuesta.

Respecto al contenido de nuestra investigación y a qué publicamos. A veces no es fácil aislar esta variable ya que también cuenta la preferencia de la revista, por eso hay que agregar –y publicamos fuera de España–. Aunque se observa una gran atención hacia las concepciones de los alumnos, en la revista IJSE en las décadas más alejadas, en esta última, podemos diagnosticar un cambio de tendencia hacia el análisis de propuestas o

de estrategias de aprendizaje en contexto, de acuerdo a lo expuesto por Lee, Wu y Tsai (2009) o en la aportación de Abell y Lederman (2007).

Hemos categorizado las publicaciones atendiendo a dos cuestiones básicas, según las propuestas por Porlán (1998) sobre las competencias de la DCE y las utilizadas por Benarroch (2010) atendiendo a dos marcos desarrollados con algunas modificaciones de esta última autora: el conocimiento profesional y el conocimiento escolar. En el primero de ellos, con los apartados del pensamiento del profesor y la práctica de aula, en el segundo se tratan los apartados de concepciones y cambio conceptual, la contextualización del aprendizaje, el currículo con la planificación puesta en práctica y evaluación, y los recursos para la enseñanza y el aprendizaje. Tratamos también de conocer el nivel educativo de actuación en cada apartado si es universitario o no.

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos. Destacamos un mayor porcentaje de trabajos relacionados con el conocimiento escolar cerca del 72%, los correspondientes al conocimiento profesional alcanzan el 21,6% dejando el resto para otros trabajos relacionados con revisiones, reflexiones o de mejora en instrumentos de investigación.

Tabla 5. Resumen de los resultados de propósitos de la investigación en IJSE, SE y JRST

PROPÓSITOS DE LA INVESTIGACIÓN			
TOTAL DE TRABAJOS: 88			
		Frecuencia	Porcentaje
1. CONOCIMIENTO PROFESIONAL		19	21,6%
TOTAL			
1.1	Pensamiento del profesorado	9	10,2%
	1.1.1. Nivel No Universitario	7	
	1.1.2. Nivel Universitario	2	
1.2.	Propuestas y práctica de aula	10	11,4%
	1.2.1. Nivel No Universitario	9	
	1.2.2. Nivel Universitario	1	
2. CONOCIMIENTO ESCOLAR		63	71,6%
TOTAL			
2.1.	Concepciones / cambio y construcción conceptual de los estudiantes	30	34,1%
	2.1.1. Nivel No Universitario	23	
	2.1.2. Nivel Universitario	7	
2.2.	Contextualización de los aprendizajes (analogías, razonamiento, modelización, argumentación, desarrollo de competencias, educación ambiental etc.)	19	21,6%
	2.2.1. Nivel No Universitario	16	
	2.2.2. Nivel Universitario	3	
2.3.	Currículo, planificación, puesta en práctica y evaluación	7	7,95%
	2.3.1. Nivel No Universitario	7	
	2.3.2. Nivel Universitario	0	
2.4.	Recursos para la enseñanza y el aprendizaje	7	7,95%
	2.4.1. Libros de texto	5	
	2.4.2. Museos	1	
	2.4.3. TV, otros medios de comunicación	1	
3. OTROS (revisiones, instrumentos de investigación, etc...)		6	6,8%
TOTAL			

En cuanto al conocimiento escolar la mayor preocupación se centra en las concepciones y cambio conceptual de los estudiantes (34,1%), de acuerdo con el mayor número de artículos en la revista IJSE y que sigue siendo una cuestión prioritaria. También la contextualización del aprendizaje tiene un alto índice (21,6%), dejando el resto para el currículo y recursos.

En todos los casos el nivel no universitario es el que predomina, en una proporción media de 4 a 1, con respecto al universitario. Aún no es común el tratamiento de las distintas características de la enseñanza y el aprendizaje en los niveles universitarios y, sobre todo, en la formación inicial de profesores, considerándose que existe un vacío alarmante de la investigación en esta parcela.

Por otra parte, no hemos detectado un número de trabajos considerables en parcelas más específicas como los recursos o la enseñanza no formal, esta deficiencia debería ser un punto de referencia para acometer otras iniciativas. Puede ser cierto que la existencia de otras revistas más específicas hace que se deriven trabajos más concretos, algo opuesto sin embargo a la necesidad de una mayor integración de temáticas, niveles y métodos por la relación entre ellos. No hemos detectado un número apreciable de artículos que muestren una investigación integrada de enseñanza y aprendizaje que, por otra parte, sería deseable y que posiblemente serían aceptables en las revistas analizadas.

En relación a todos los artículos también se están analizando las metodologías empleadas y las conclusiones de la investigación, que por razones de espacio no es posible incluirlas en este trabajo y será objeto de otra publicación. En cuanto al conocimiento escolar la mayor preocupación se centra en las concepciones y cambio conceptual de los estudiantes (34,1%), de acuerdo con el mayor número de artículos en la revista IJSE y que sigue siendo una cuestión prioritaria. También la contextualización del aprendizaje tiene un alto índice (21,6%), dejando el resto para el currículo y recursos.

CONSIDERACIONES Y RETOS EN LA INVESTIGACIÓN PARA EL FUTURO

Hablar de futuro siempre tiene un cierto riesgo de subjetivismo en el sentido de apostar, porque a uno particularmente le gustaría. Posiblemente podamos estar a caballo entre la predicción más o menos objetiva y la recomendación interesada, que son elementos propios de las revisiones como la que hemos intentado hacer; o podamos entender que sería coherente con la actual situación de la Didáctica de las Ciencias para reforzar el cuerpo de conocimiento. Hoy día el determinante para que se cumpla la predicción o la importancia de una línea a seguir está avalada o fundamentada en las discusiones y debates que se llevan a cabo en las reuniones científicas y por las temáticas que se reflejan desde la abundante literatura científica, además de que se parte de una posición de la Didáctica más integrada y fundamentada sin olvidar las aportaciones de los Handbooks como referentes. Este no es el caso de algunos autores como Welch (1985), que no supo prever la influencia de los estudios de las concepciones alternativas y su determinación sobre lo que hacen los profesores no es relevante, a lo que ya aludimos al comienzo de este trabajo, sin embargo ha sido fundamental el desarrollo que tendría y sigue teniendo posteriormente. El autor anterior es un ejemplo de la contribución de la revista *Science Education* en estas revisiones periódicas en las que es necesario insistir.

Hoy, hacia un futuro cercano, debemos dejar a un lado la investigación reduccionista de las concepciones, como también ya apostillaba en su momento (Gil, 1996) y pensar en líneas más integradas (Porlán, 1998; Gil *et al.*, 2001) y centradas en problemáticas interrelacionadas, profundizando aún más en las relaciones complejas de la enseñanza y el aprendizaje y que partiendo de los fundamentos conocidos se puedan ampliar hacia aspectos epistemológicos, sociológicos y psicológicos no considerados o muy poco tenidos en cuenta.

- Estaremos todos de acuerdo en que si la solución a las concepciones alternativas de los alumnos, fue apostar por el constructivismo como teoría del aprendizaje a la que tenían

que adaptarse los profesores, hoy queda algo estrecha o corta y será mucho más duradero un pensamiento regido por una profundización en los fines y fundamentos de un modelo de enseñanza y aprendizaje, de acuerdo con la confluencia en la escuela de epistemologías y culturas diferentes –científica, escolar, cotidiana, profesional, etc. – como ya apuntaba Porlán (1998). En este sentido, necesitamos conjugar las aportaciones realizadas en los diferentes ámbitos, esto es:

a) Desarrollar una teoría del conocimiento escolar donde se integren los estudios de las concepciones y obstáculos de los alumnos, las implicaciones educativas en la sociedad estableciendo hipótesis metodológicas coherentes de aprendizajes en contextos, o de buscar nuevos fines en el aprendizaje de las ciencias al “son” de las nuevas demandas sociales.

b) Apostar por una nueva teoría del conocimiento profesional desarrollando estrategias que favorezcan su construcción. De la misma manera anterior, es preciso integrar los resultados procedentes de las concepciones y obstáculos ya conocidos así como los análisis de las fuentes disciplinares, los problemas prácticos y revisando las componentes de este conocimiento para integrar lo afectivo como parte esencial en la enseñanza de las ciencias. Es preciso atender a la brecha que existe, por ejemplo, entre el lenguaje científico erudito y el lenguaje cotidiano, como decían ya Galarosky y Ardúriz-Bravo (2001) en la necesidad de crear lazos de comunicación más efectiva entre el profesor y el alumno, tampoco debe ignorarse “y se hace” que el aprendizaje científico no es sólo conceptual o que hay contenidos de enseñanza que no son “los de siempre”.

Estas dos grandes cuestiones aludidas anteriormente –a y b- tienen razonablemente unido las relaciones enseñanza-aprendizaje, y no podemos olvidar que la ciencia ofrecida a los alumnos depende del concepto de ciencia que tenga el profesor, a lo que podemos denominar el *problema continuo*, sin límite de caducidad, que va variando en función de las demandas sociales, culturales, políticas y económicas, donde nuestra función como investigador es ir diagnosticando y justificando una cada vez mejor relación. A todo ello hay que añadir –que no es poco– las diferentes situaciones de esta relación desde la educación infantil hasta la universitaria cada una con sus peculiaridades y sus diferentes finalidades. Dado lo anterior, pensamos que es necesario reflexionar sobre lo que se ha hecho, por lo que las revisiones son sumamente importantes, pudiendo denunciar, aplaudir o debatir simplemente los pasos atrás o los pasos firmes que hacen avanzar. En este mismo estudio hemos intentado utilizar variados trabajos de recopilación para su fin.

-Por otra parte hay que huir de las investigaciones *ad hoc* –posiblemente favorecidas por las facilidades para su publicación- a las que ya aludía Pro (1999), siendo preciso un proceso de investigaciones continuadas y engarzadas en el mismo ámbito, buena cuenta de ello lo da el estudio bibliométrico realizado por Romera-Iruela (2011) destacando los grupos estables a través de publicaciones conjuntas en la misma línea de investigación.

- No obstante, afrontar una investigación integrada donde se modele al profesor y, a la vez, se vea el efecto en los alumnos en un mismo escenario, no es fácil al uso dado que el sistema tiene múltiples variables. Es preciso diseccionar el ámbito de estudio teniendo en cuenta los grandes marcos: la enseñanza, el aprendizaje, el currículo, los recursos, etc. Por otra parte debemos tener presente las dos grandes preguntas que rondan continuamente en la literatura científica: ¿Por qué hay una tendencia a huir de las ciencias, en la medida que avanzamos en su conocimiento?, o ¿por qué la

investigación no tiene la repercusión que debería tener en el aula? De acuerdo con esto apuntamos algunas líneas donde la investigación está algo más polarizada

- Según la Revista *Science Education*, los temas más leídos en la actualidad son artículos relacionados con la argumentación, el discurso científico, la motivación o la naturaleza del razonamiento científico. Ya existe un desplazamiento desde la detección de concepciones de los alumnos hacia lo que pueden aprender y cómo pueden aprender. Esta situación es hoy una línea preferente que es preciso mantener y potenciar a través de secuencias programadas y arbitrando estrategias productivas con evaluación de resultados. Es pues un referente que está de acuerdo con que el aprendizaje de las ciencias va más allá del aprendizaje de los propios contenidos.

- Aprender a hablar, leer o escribir sobre la ciencia es hoy un reto que está presente como necesidad de aprendizaje, pero no lo está como tópico de la enseñanza siendo por ello motivo de investigación como parte de un desarrollo curricular adecuado. La argumentación, en la actualidad, la forma en que los datos y las pruebas son usados en el razonamiento de los estudiantes (Jiménez Aleixandre y Díaz Bustamante, 2003; Jiménez Aleixandre y Puig, 2012) y, por otra parte relacionado, la alfabetización y el lenguaje científico en el discurso (Espinete *et al.*, 2012) son temas destacados para la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. (Fraser, Tobin y McRobbie, 2012), que deben seguir desarrollándose. Es preciso también seguir ofreciendo resultados del desarrollo curricular utilizando una ciencia contextualizada, que tenga una utilidad para el alumno (Blanco, España y Rodríguez Mora, 2012) y, en cierta manera, ofrezca una respuesta a la primera pregunta que hemos formulado anteriormente.

- Aparte de estas tendencias estratégicas que es preciso seguir mejorando y dando cumplidos resultados en la investigación, nuestro “gran caballo de batalla” es la enseñanza y la formación de los profesores. La investigación e innovación que tiene más capacidad formativa y más posibilidades de repercutir en la práctica no son las que se hacen “para” o “sobre” los profesores –llamada estática y que tuvo su momento en la década de los 90–, sino las dinámicas realizadas “por” y “con” los profesores en equipos interdisciplinarios, en los que el profesor no es un consumidor de conocimientos externos, sino un coproductor de los mismos sobre los problemas que realmente les preocupan en sus clases. Las experiencias basadas en la Investigación-Acción y en la metacognición van en esta línea (Bañas *et al.*, 2009; Vázquez, Jiménez-Pérez y Mellado, 2007, Vázquez *et al.*, 2012) La I-A es una línea de las denominadas estables y prioritarias que permite analizar y reflexionar sobre situaciones y problemas relevantes de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en sus propias clases, favoreciendo el desarrollo profesional donde el profesor analiza los problemas que le preocupan y toma decisiones para mejorar la práctica de aula (Mellado, 2011), de acuerdo con la segunda interrogante anterior.

- Teniendo asumido que la didáctica de las ciencias es una disciplina autónoma, no podemos caminar solos frente a problemas complejos, es preciso adaptar teorías convincentes de otras disciplinas, sobre todo de la psicología en los procesos de enseñanza y aprendizaje, también de la sociología y la antropología como de la psicolingüística. Esto es justificable por razones puramente causales ya que en las investigaciones surgen variables que hacen plantearnos nuevos problemas, por ejemplo la relación o influencia entre afectividad-cognición, cuestión ampliamente tratada en psicología de la educación y puntualmente en la educación en ciencias. Entendemos que la afectividad es un factor de gran incidencia en el aprendizaje de las ciencias y de crucial importancia en la enseñanza. No podemos olvidar que somos seres humanos y,

como tales, actuamos por sentimientos que favorecen o dificultan el clima de aula y más aún cuando se trata de enseñar una materia difícil de entender como es la ciencia. Como expresa Garritz (2009) somos una sociedad de “eruditos racionales”, pero de “analfabetos emocionales”. Esta cuestión ha salido a la luz de forma no muy amplia, con algunas contribuciones en los Handbooks (Simpson *et al.*, 1994; Wubbels y Brekelman, 1998; Bell, 1998; Koballa y Glynn, 2007; Jones y Carter, 2007) donde se trata la dimensión afectiva y tiene relación intrínseca con la idea de que en la medida que se pasa del Conocimiento del Medio en primaria a la Física y Química o Biología y Geología en secundaria, también pasa de emociones positivas a las negativas. Zusho y Pintrich (2003) en este artículo se sugieren preguntas para la investigación en este campo, entre ellas: ¿qué motiva a los estudiantes en clase? ¿cómo conduce la motivación a la cognición y la cognición a la motivación? ¿cuál es el papel del contexto y la cultura en todo esto? Se piensa pues que los factores afectivos que intervienen en el aprendizaje ejercen un papel fundamental en el rendimiento académico y en la futura carrera profesional.

- Además, se reclama un mayor conocimiento y uso de replicaciones en las investigaciones, dado que las sociedades y las situaciones cambian y también han mejorado las estrategias metodológicas además de los instrumentos de análisis. No debemos tener miedo a utilizar metodologías usadas por otros en nuevos contextos, es un elemento de contraste suficientemente útil para estar de acuerdo, matizar o advertir de errores/desacuerdos a tener en cuenta y así poder consolidar el cuerpo metodológico.

- Finalmente abogamos por una concentración y conocimiento más racional de lo que estamos haciendo, conociendo más los trabajos de los grupos de investigación en nuestro entorno y fuera de él, haciendo partícipes a los profesores y profesoras de otros niveles y participando a la vez en sus aulas, que pueda soslayar el problema de la utilidad de la investigación que tanto reclamamos, aunque como decía Barberá (2002) no podemos esperar que la investigación mejore *ipso facto* la enseñanza o mejor que sólo sirva para ello, pensamiento proveniente del empirismo practicado en Estados Unidos a lo largo de todo el siglo XX. Lo que no hay que entenderlo como una invalidez hacia la enseñanza, todo lo contrario, es un valiosísimo instrumento que permite reexaminar la práctica y obrar en consecuencia. También tenemos un gran reto con los alumnos de formación inicial de primaria y secundaria integrándolos en programas de investigación ante el convencimiento de poder enseñar otra ciencia para que sea trasladable en un futuro a sus alumnos.

A pesar de que las condiciones iniciales, el desarrollo actual de la investigación y la comunidad científica en Didáctica de las Ciencias Experimentales ha sido óptimo, y es una esperanza de futuro si otras razones extraacadémicas, en los tiempos que corren, no merman su dinámica. Es justo tener siempre presente que estamos ante un Área que ha conseguido reivindicaciones de derecho en distintos foros académicos y, desde el propio trabajo desarrollado merece un reconocimiento, es así cuando se ofrecen datos en el panorama nacional como una de las Áreas más productivas y de calidad en la investigación en el campo de la educación.

BIBLIOGRAFÍA

- Abell, S.K. y Lederman, N.G. (edres.) (2007). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Abraham, M.; Renner, J.W.; Grant, R. And Westbrook, S.L. (1982) Priorities for Research in Science Education: A survey. *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (8), 697-704.
- Aliberas, J.; Gutierrez, R. e Izquierdo, M. (1989) La didáctica de las ciencias: una empresa nacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 277-284.
- Anta Cabrero, C. (2008) Análisis bibliométrico de la investigación educativa divulgada en publicaciones periódicas españolas entre 1990-2002. *REDIE*, 10(1), 1-10. Consultado el 13 de marzo de 2012.
- Ardúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la Didáctica de las Ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.
- Astolfi, J.P. y Develay, M. (1989). *La Didactique des Science*. París: Presses Universitaire de France.
- Bañas, *et al.* (2009) Metacognition and professional development of secondary education science teachers: A case study. *Journal of Education Research*, 3 (1/2), 129-148.
- Barberá, O. (2002). El Área de Didáctica de las ciencias experimentales: ¿Apuesta de futuro o error del pasado? *Revista de Educación*, 328, 97-109.
- Bell, B.F. (1998) Teacher development in Science Education. In: B.J. Fraser y K. Tobin (eds.) *International Handbook of Science Education*, 681-694. Dordrecht: Kluwer.
- Bell, B.F. y Pearson, J. (1992). Better Learning. *International Journal of Science Education*, 14(3), 349-361.
- Benarroch, A. (2010) La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en las etapas educativas de infantil y primaria. *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 32-52. Baeza (Jaén): Servicio de publicaciones U. de Jaén.
- Blanco, A.; España, E. y Rodríguez Mora, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique*, 70, 9-18.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas de la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- Espinet, M., Izquierdo, M., Bonil, J y Ramos de Robles, S.L. (2012). The Role of language in Modeling the Natural World: Perspectivas in Science Education. En B.J. Fraser, K.G. Tobin y C.J. McRobbie (Eds.) *Second International Handbook of Science Education*, 1385-1404.
- Fernández, I. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación*. Tesis doctoral. Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia.
- Fernández, I. Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz y Praia, J. (2002) Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477-488.
- Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (eds.) (1998) *Internacional Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwe Academic Publishers.

- Fraser, B., Tobin, K.G. y McRobbie, C.J. (eds.) (2012). *Second Internacional Handbook of Science Education*. Springer Dordrecht Heidelberg.
- Gabel, D. (edra.) (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learnig*. New York: McMillan Pub.
- Galagovsky, L. y Ardúriz-Bravo, A. (2001) Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- García, S. (2008) La formación del profesorado de Educación Infantil. *Actas del XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 246-255. Almería: Universidad de Almería.
- Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de las ciencias. 8ª Convención nacional y 1ª Internacional de profesores de Ciencias Naturales. *Educación Química*, nº extra, 212-219.
- Gil, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 154-164.
- Gil, D. (1996). New trends in Science Education. *International Journal of Science Education*, 18(8), 889-901.
- Gil, D.; Carrascosa, J. y Martínez Terrades (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de la investigación. En F.J. Perales y P. Cañal: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 9-34. Alcoy: Marfil
- Gil, D.; Carrascosa, J. y Martínez Terrades (2001). Estatus de la Didáctica de las Ciencias. En: F. Perales et al. (eds.) *Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI*, 65-81.
- Gil, D. y 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*, nº extra, 295-311.
- Giordan, A. y De Vecchi, G. (1987) *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchatel: Delachauz & Niestlé. (Traducción al castellano: *Los orígenes del saber*. Sevilla: Díada, 1988)
- Gutiérrez, J. (2008). Tendencias metodológicas contemporáneas de la investigación en Didáctica de las Ciencias. *Actas del XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 1284-1308. Almería: Universidad de Almería.
- Gutiérrez, R. (1987). La investigación en Didáctica de las Ciencias. Elementos para su comprensión. *Bordón*, 268, 339-362.
- Hewson, P.W. y Hewson, M.G. (1987) Science teacher's conceptions of teaching: Implications for teacher education. *International Journal of Science Education*, 9(4), 425-440.
- Hodson (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(8), 541-566.
- Jiménez, M. A. y Prieto, T. (1996). La investigación en los departamentos –áreas de didáctica de las ciencias experimentales: programas de doctorado y líneas de investigación. En: R. Jiménez-Pérez y A.M. Wamba. *Avances en Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17-35. Huelva: Serv. De pub. de la Univ. de Huelva.

Vázquez, B.; Mellado, V.; Jiménez-Pérez, R. y Taboada, 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.

Watson, F. (1983) Science Education: A discipline? *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (3), 263-264.

Welch, W. (1985). Research science education: review and recommendations. *Science Education*, 69(3), 421-448.

Westmeyer, P. (1983). The Nature of Disciplines. *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (3), 265-270.

Wubbels, T. y Brekelman, M. (1998). The Teacher factor in the Social Climate of the Classroom. In: B.J. Fraser y K. Tobin (eds.) *International Handbook of Science Education*, 565-579. Dodrecht, Hollande: Kluwer Academic Publishers.

Zusho, A. y Pintrich, P. R. (2003). Skill and Will: The role of motivation and cognition in the learning of college Chemistry. *Internacional Journal of Science Education*, 25 (9), 1081-1094.



Simposio 1

Desarrollo de las competencias de uso de pruebas, modelización y autoevaluación

Coordinadoras: Beatriz Bravo y Blanca Puig

Comunicaciones

Análisis de las interacciones verbales en un trabajo práctico con un modelo analógico de una cuenca hidrográfica. Autores: Nebot, M. R., Márquez, C. y Sanmartí, N.

Uso de pruebas en la evaluación de un enunciado determinista. Autores: Puig, B. y Jiménez Aleixandre, M. P.

Operaciones en el uso de pruebas en la resolución de un problema de acuicultura. Autores: Bravo Torija, B. y Jiménez Aleixandre, M. P.

La autoevaluación en un problema de física. Autores: Hinojosa, J. y Sanmartí, N.

Resumen

Este simposio pretende contribuir a la mejora del conocimiento sobre el desarrollo de las competencias científicas por el alumnado. Los cuatro trabajos de este simposium se enmarcan en el proyecto de investigación *Promover el desarrollo de las competencias científicas en secundaria: componentes de la práctica y metaconocimiento*, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con código EDU-2009-13890-C02

Dentro de la competencia científica, PISA distingue tres capacidades básicas requeridas para su desarrollo:

- 1) Identificación de cuestiones científicas investigables por parte de las ciencias y el camino a seguir para investigarlas.
- 2) Explicación de fenómenos por medio de modelos científicos.
- 3) Uso de pruebas.

De estas tres capacidades, este simposium se centra en las dos últimas.

La modelización, construcción y revisión de modelos, se aborda en la comunicación de Nebot, Márquez y Sanmartí. Las autoras describen, clasifican, analizan y detectan

cambios en las interacciones verbales que se producen durante la construcción de un modelo analógico (una maqueta) de cuenca hidrográfica por alumnado de bachillerato. Para el análisis de las interacciones elaboran un instrumento que permite detectar dos tipologías de interacción: las relacionadas con el proceso de modelización, y las correspondientes a los estilos comunicativos. Identifican pautas, tanto en el proceso de modelización como en la tipología de las interacciones en función de las etapas de dicho proceso de modelización.

El uso de pruebas se examina desde dos perspectivas distintas:

El trabajo de Puig y Jiménez Aleixandre profundiza en el metaconocimiento de uso de pruebas, centrándose en la capacidad del alumnado para diferenciar entre pruebas y afirmaciones. Las autoras presentan un estudio de uso de pruebas sobre el modelo de expresión de los genes en la evaluación de enunciado. La cuestión que analizan es: *¿Cómo usa el alumnado las pruebas sobre la interacción genes-ambiente en la evaluación de un enunciado?* Específicamente, las pruebas que propone el alumnado para evaluar el enunciado y en qué medida son capaces de diferenciar las pruebas de las afirmaciones. Los resultados muestran que el alumnado presenta dificultades para diferenciar las pruebas y las afirmaciones, y apuntan a la influencia de las representaciones sociales sobre las 'razas' a la hora de responder a una cuestión socio-científica.

El trabajo Bravo Torija y Jiménez Aleixandre aborda el desempeño de los alumnos en esta práctica científica. Las autoras identifican las operaciones que forman parte de la competencia de uso de pruebas en la resolución de un problema sobre la sostenibilidad de la acuicultura y analizan las dificultades que los estudiantes encuentran durante la realización de la tarea. Dos de las principales dificultades encontradas son: identificar el significado de la pregunta *¿Qué supone un mayor aprovechamiento de la energía desde un punto de vista ecológico, alimentarse de boquerones y caballas o alimentarse de rodaballo?*, y considerar las informaciones proporcionadas por el texto. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de diseñar actividades para favorecer el desarrollo de esta competencia.

El trabajo de Hinojosa y Sanmartí se centra en un aspecto a considerar en el desarrollo de las competencias, como es la evaluación y la regulación de su adquisición. Consideran la autoevaluación como una herramienta para desarrollar la competencia de aprender a aprender en el aula de ciencias. Presentan la autoevaluación como una herramienta para el desarrollo de la competencia en aprender a aprender, al mismo tiempo que la científica. La comunicación presenta una actividad orientada a promover el desarrollo de la capacidad de los alumnos de autorregular los procesos de resolución de problemas de física. Los resultados preliminares muestran, por una parte, una mejora en los resultados de los estudiantes y, por otra parte, una influencia en la práctica diaria del profesor.

Operaciones en el uso de pruebas en la resolución de un problema de acuicultura

Bravo Torija, B., y Jiménez Aleixandre, M. P.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.

e-mail: beatriz.bravo@usc.es

Simposium: Desarrollo de las competencias científicas: uso de pruebas y autoevaluación del aprendizaje

RESUMEN

Este trabajo busca contribuir al conocimiento sobre el desarrollo de las competencias científicas por los estudiantes, en concreto de la competencia de uso de pruebas, identificando las operaciones que forman parte de esta práctica en la resolución de un problema sobre la sostenibilidad de la acuicultura y analizando las dificultades que encuentran los estudiantes durante su realización. Los participantes son 14 alumnos de 4º de ESO: La tarea consiste en analizar un texto sobre la situación actual de la acuicultura y responder a una pregunta en la que deben de elegir opción adecuada- alimentarse de boquerones y caballas o alimentarse de rodaballo- con el objetivo de conseguir el mayor aprovechamiento energético. Dos de las principales dificultades que se encontraron fueron que los estudiantes no identificaban el significado de la pregunta y que no consideraban las informaciones proporcionadas por el texto para responder a la cuestión planteada. Estas condicionaron que los alumnos considerasen como mejor opción alimentarse de ambos, apoyando su opción en el modelo de mantenimiento de poblaciones o en una combinación de este modelo y el modelo de flujo de energía. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de diseñar actividades para favorecer el desarrollo de esta competencia.

Palabras clave

Competencias científicas, uso de pruebas, acuicultura, aprendizaje de ecología

USO DE PRUEBAS Y APRENDIZAJE DE ECOLOGÍA: MARCO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

El trabajo forma parte de un estudio sobre los procesos de desarrollo de las competencias científicas, en concreto de las competencias de uso de pruebas y explicación de fenómenos científicos a través de modelos. En esta comunicación presentamos los resultados relacionados con el uso de pruebas obtenidos en la prueba de evaluación final de la unidad didáctica en que los alumnos resuelven un problema sobre la sostenibilidad de la acuicultura. Las preguntas de investigación son:

1. ¿Qué operaciones en el uso de pruebas son necesarias en la resolución de un problema sobre la sostenibilidad de la acuicultura?
2. ¿Qué dificultades encuentran los estudiantes en las operaciones previamente identificadas?

Los fundamentos teóricos de este trabajo proceden de distintos cuerpos de conocimiento en didáctica de las ciencias, enmarcándose en dos: uso de pruebas como parte de la competencia científica y aprendizaje de ecología.

La competencia científica y el uso de pruebas

En las últimas dos décadas el estudio del desarrollo de las competencias básicas, entre ellas la competencia científica, ha cobrado gran relevancia en el panorama internacional, sobre todo desde que los países miembros de la OCDE lanzaran el programa PISA con el objetivo de evaluar las capacidades de los estudiantes al finalizar la escolaridad obligatoria (OCDE, 2005). De las ocho competencias básicas que distinguen tanto la Unión europea (EU, 2006) como el currículum español (MEC, 2007), en este trabajo no centramos en la competencia científica

Al igual que PISA (OCDE, 2006) consideramos que el término competencia científica podría ser sustituido por el de competencias científicas, al considerar que dentro de esta se distinguen tres capacidades básicas requeridas para su desarrollo:

- 1) Identificar cuestiones científicas investigables por parte de las ciencias y el camino a seguir para investigarlas.
- 2) Explicación de fenómenos científicamente
- 3) Uso de pruebas (evidence, en inglés)

De estas tres capacidades, en este estudio nos centramos en el uso de pruebas. A pesar de ser considerado parte de la competencia científica, numerosos trabajos han revelado que los estudiantes experimentan dificultades en el desempeño de esta práctica científica; por ejemplo 1) para la utilización de criterios de consistencia empírica y de plausibilidad al evaluar la validez de una conclusión (Hogan y Maglienti, 2001); 2) para la interpretación de los datos (Kanari y Millar, 2004); 3) para la identificación del significado de una afirmación y los datos que la apoyaban o la refutaban (Puig y Jiménez Aleixandre, 2010); 4) para la integración de pruebas en justificaciones, Sandoval y Millwood (2005).

En este estudio nos centramos tanto en la identificación de las operaciones necesarias para resolución de un problema sobre la sostenibilidad de la acuicultura, como en el desempeño del alumnado, señalando las dificultades encontradas en el desarrollo de la actividad y sus implicaciones educativas.

El aprendizaje de ecología y sus interrelaciones

En las últimas décadas se ha incrementado la presencia de la ecología en los currículos de ciencias. Sin embargo su comprensión presenta numerosas dificultades al alumnado. En concreto, el uso de modelos de ecología para explicar fenómenos o resolver problemas demanda no solo una comprensión de los conceptos discretos sino también de las complejas relaciones que se establecen entre ellos. Para entender la dinámica del ecosistema, los estudiantes necesitan ser conscientes de la complejidad de sus interacciones. Por ejemplo las interacciones que se producen entre organismos en una cadena y una red trófica son parte del currículum de secundaria, pero estudiantes de 4º de la ESO experimentan dificultades para explicar el impacto que un cambio en un nivel trófico produce en otro nivel que no este próximo a él (Fernández-Manzanal et al., 1999). También tienen problemas para apreciar el papel de la fotosíntesis en la transformación de energía lumínica en energía química (Leach et al., 1996) o para utilizar los criterios adecuados en la construcción de las cadenas tróficas, basándose en las relaciones depredador-presa en lugar de en la transferencia de energía (Gallegos et al., 1994)

En este estudio, para resolver problemas como la sostenibilidad de la acuicultura actual, en otras palabras para considerar desde un punto de vista crítico la viabilidad de la cría de súper depredadores, como el salmón o el rodaballo, en los que para producir un kilogramo de estos son necesarios hasta cinco kilos de peces pelágicos, es crucial que los estudiantes reconozcan las consecuencias o implicaciones del flujo de energía. Es

decir que reconozcan la disminución de energía que se produce entre los distintos niveles tróficos. Solo una fracción de energía, (alrededor de un 10%) es transferida al nivel trófico siguiente, el resto (90%) se desprenden en forma de energía calorífica tras la respiración celular o el consumo incompleto de los organismos, por lo que según ascendemos en la cadena trófica, los niveles superiores dispondrán de una menor energía que los inferiores. Esto explica por ejemplo que siempre haya más plantas que animales, y más herbívoros que carnívoros. Por tanto, en términos de eficiencia ecológica, entendida como mayor aprovechamiento de la energía, la acuicultura estaría desaprovechando muchos recursos al consumir organismos situados en la cima de las pirámides tróficas.

PARTICIPANTES, TAREA Y MÉTODO DE ANÁLISIS

La metodología empleada es de tipo cualitativo. Utilizar un estudio de caso nos permite explorar la complejidad del proceso de aprendizaje en contextos de aula.

Los participantes de este estudio son una clase completa de 4º de ESO (N= 14), y su profesor, de un instituto rural de Galicia.

La secuencia de ecología fue diseñada por las investigadoras y discutida por el profesor. Esta secuencia se dividió en seis sesiones, incluyendo actividades de modelización del flujo de energía, construcción de cadenas y pirámides tróficas, y resolución de problemas de gestión de recursos terrestres y marinos (Bravo Torija y Jiménez Aleixandre, 2010). En esta comunicación nos centramos en la evaluación, en la que se proporciona a los estudiantes un texto en el que se cuestiona la sostenibilidad de la acuicultura. Los datos analizados incluyen las producciones escritas de los estudiantes.

La tarea se diseñó basándose en la estructura que siguen los ítems de la prueba PISA (OCDE, 2006). La prueba consistía en un fragmento de texto, sobre la sostenibilidad de la acuicultura marina extraído de un artículo "*Mares esquilados*" la revista de divulgación científica "*Investigación y Ciencia*", y tres preguntas: las dos primeras directamente relacionadas con el texto (actividad completa en el anexo), "*¿Cuál es la conclusión principal que obtienes tras la lectura de este texto? y ¿Qué informaciones que aparecen en el texto utilizarías para apoyar la conclusión anterior?*"; y la tercera, en que el alumnado ha de aplicar el conocimiento aprendido en el aula a un problema en el que han de elegir entre varias opciones de alimento, boquerones y caballas (carnívoros terciarios) y rodaballo (carnívoro cuaternario) con el objetivo de obtener el mayor aprovechamiento energético. Para responder a esta cuestión de forma adecuada, el alumnado debe de coordinar las informaciones proporcionadas por el texto y la conclusión obtenida con el modelo de flujo de energía aprendido a lo largo de la unidad.

Herramientas de análisis: para la identificación de las operaciones necesarias para la resolución de la actividad nos basamos, por una parte en los niveles de competencia en el uso de pruebas de PISA (OCDE, 2008), y por otra en las producciones escritas de los estudiantes. Una vez identificadas estas operaciones, se analizan las dificultades encontradas por los alumnos en el desempeño de esta práctica científica durante la realización de la actividad.

RESULTADOS

Identificación del uso de pruebas necesarias en la resolución de la actividad

Para identificar qué operaciones son necesarias para resolver una actividad sobre la

decir que reconozcan la disminución de energía que se produce entre los distintos niveles tróficos. Solo una fracción de energía, (alrededor de un 10%) es transferida al nivel trófico siguiente, el resto (90%) se desprenden en forma de energía calorífica tras la respiración celular o el consumo incompleto de los organismos, por lo que según ascendemos en la cadena trófica, los niveles superiores dispondrán de una menor energía que los inferiores. Esto explica por ejemplo que siempre haya más plantas que animales, y más herbívoros que carnívoros. Por tanto, en términos de eficiencia ecológica, entendida como mayor aprovechamiento de la energía, la acuicultura estaría desaprovechando muchos recursos al consumir organismos situados en la cima de las pirámides tróficas.

PARTICIPANTES, TAREA Y MÉTODO DE ANÁLISIS

La metodología empleada es de tipo cualitativo. Utilizar un estudio de caso nos permite explorar la complejidad del proceso de aprendizaje en contextos de aula.

Los participantes de este estudio son una clase completa de 4º de ESO (N= 14), y su profesor, de un instituto rural de Galicia.

La secuencia de ecología fue diseñada por las investigadoras y discutida por el profesor. Esta secuencia se dividió en seis sesiones, incluyendo actividades de modelización del flujo de energía, construcción de cadenas y pirámides tróficas, y resolución de problemas de gestión de recursos terrestres y marinos (Bravo Torija y Jiménez Aleixandre, 2010). En esta comunicación nos centramos en la evaluación, en la que se proporciona a los estudiantes un texto en el que se cuestiona la sostenibilidad de la acuicultura. Los datos analizados incluyen las producciones escritas de los estudiantes.

La tarea se diseñó basándose en la estructura que siguen los ítems de la prueba PISA (OCDE, 2006). La prueba consistía en un fragmento de texto, sobre la sostenibilidad de la acuicultura marina extraído de un artículo "*Mares esquilados*" la revista de divulgación científica "*Investigación y Ciencia*", y tres preguntas: las dos primeras directamente relacionadas con el texto (actividad completa en el anexo), "*¿Cuál es la conclusión principal que obtienes tras la lectura de este texto? y ¿Qué informaciones que aparecen en el texto utilizarías para apoyar la conclusión anterior?*"; y la tercera, en que el alumnado ha de aplicar el conocimiento aprendido en el aula a un problema en el que han de elegir entre varias opciones de alimento, boquerones y caballas (carnívoros terciarios) y rodaballo (carnívoro cuaternario) con el objetivo de obtener el mayor aprovechamiento energético. Para responder a esta cuestión de forma adecuada, el alumnado debe de coordinar las informaciones proporcionadas por el texto y la conclusión obtenida con el modelo de flujo de energía aprendido a lo largo de la unidad.

Herramientas de análisis: para la identificación de las operaciones necesarias para la resolución de la actividad nos basamos, por una parte en los niveles de competencia en el uso de pruebas de PISA (OCDE, 2008), y por otra en las producciones escritas de los estudiantes. Una vez identificadas estas operaciones, se analizan las dificultades encontradas por los alumnos en el desempeño de esta práctica científica durante la realización de la actividad.

RESULTADOS

Identificación del uso de pruebas necesarias en la resolución de la actividad

Para identificar qué operaciones son necesarias para resolver una actividad sobre la

sostenibilidad de la acuicultura, nos basamos por una parte en la actividad y en los datos obtenidos de este estudio, y por otra, en los niveles de competencia en el uso de pruebas de PISA (OCDE, 2008) ya que uno de los objetivos de esta actividad era evaluar el desempeño del alumnado en esta práctica científica.

Los niveles propuestos por PISA son relevantes tanto por evaluar desempeños a los 15 años, coincidente en gran medida con 4º de ESO (15-16 años), como porque esta evaluación internacional, ofrece un referente acerca de qué operaciones es capaz de realizar el alumnado en esta edad.

Tabla 1 Niveles de complejidad en el uso de pruebas

Los estudiantes son capaces de:	Operaciones requeridas por la tarea
<p>Nivel 6</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparar y diferenciar entre explicaciones examinando las pruebas que las apoyan - Elaborar argumentos sintetizando pruebas de múltiples fuentes y coordinándolas con modelos teóricos 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar y diferenciar entre explicaciones basándose en las informaciones del texto que la apoyan: ej. valorar las consecuencias del cultivo del rodaballo frente a la cría de boquerones y caballas. - Elaborar argumentos coordinando las informaciones proporcionadas en el texto con modelos teóricos, en concreto el modelo de flujo de energía
<p>Nivel 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extraer conclusiones basadas en la combinación de pruebas de distintos conjuntos de datos, coordinándolas con modelos teóricos 	<ul style="list-style-type: none"> -Extraer conclusiones basadas en la combinación de pruebas, en este caso, de un mismo conjunto de datos, coordinándolas con modelos teóricos: ej. alimentarse de boquerones y caballas coordinando datos, como la proporción 2 kg de pienso-1kg de rodaballo, con el modelo de flujo de energía
<p>Nivel 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpretar un conjunto de datos, expresados en distintos formatos, resumiéndolos y explicando las pautas relevantes apelando a la teoría -Utilizar datos para extraer conclusiones relevantes - Establecer si los datos apoyan una conclusión determinada 	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar toda la información disponible en un mismo conjunto de datos, en distintos formatos, para extraer la conclusión principal del texto: ej. considerar datos numéricos como “pueden ser necesarios dos kilogramos de pienso de peces para obtener un kilogramo de rodaballo” e informaciones como “en realidad la piscifactoría de rodaballo consume más pez del que produce” - Ser coherente al respaldar la conclusión establecida: ej. la acuicultura actual no alivia la sobreexplotación pesquera se apoya en informaciones como las anteriores
<p>Nivel 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar, de entre un conjunto de datos, la información relevante para responder a una pregunta o para apoyar o refutar una conclusión. - Extraer una conclusión a partir de una pauta simple en un conjunto de datos. - Establecer si hay suficiente información para apoyar una conclusión determinada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar el significado de la pregunta (mayor aprovechamiento de recursos desde un punto de vista ecológico) y seleccionar la información necesaria (ej. son necesarios dos kg. de pienso para obtener un kg. de rodaballo) - Distinguir la información relevante tanto en el texto proporcionado como en las respuestas suministradas: ej. la consideración del aporte de nutrientes es irrelevante para responder a la cuestión del mayor aprovechamiento de recursos.
<p>Nivel 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extraer informaciones de un resumen informativo o diagrama para responder a una pregunta . - Atribuir un efecto a una causa en contextos conocidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender el significado de la información proporcionada: ej. la noción de eficiencia ecológica, en otras palabras, mayor aprovechamiento energético. - Identificar el objetivo de la actividad: ej. cuestionar la potencialidad de la acuicultura actual. -Relacionar causas y efectos: ej. las consecuencias de la extracción de pequeños pelágicos para convertirlos en pienso de peces

La primera columna de la tabla 1.1 resume los niveles de desempeño de PISA con algunas modificaciones y la segunda las operaciones requeridas para resolver el problema sobre la sostenibilidad de la acuicultura. La modificación de mayor relevancia, es la consideración de la coordinación entre datos y pruebas y modelos teóricos, en este caso los datos suministrados por el texto y el modelo teórico de flujo de energía. Aunque PISA no hace referencia a esta operación en su descripción del uso de pruebas, entendemos que para poder responder qué supone un mayor aprovechamiento de la energía desde un punto ecológico, alimentarse de boquerones y caballas o de rodaballos, el uso de pruebas y el uso de modelos están conectados, ya que una apropiada interpretación de las informaciones proporcionadas por el texto requiere contemplarlas a través de las “lentes” de algún modelo relevante.

Otra modificación es la supresión de algunas de las operaciones consideradas por PISA como “Interpretar datos en distintos formatos, de distintos conjuntos relacionados entre sí” e “Identificar y explicar diferencias entre conjuntos de datos” pertenecientes al nivel 5, y que dadas las características de la actividad, sólo se presenta un conjunto de datos en distintos formatos, no son necesarias de realizar. Lo mismo ocurre con las operaciones pertenecientes al nivel 2, que hacen referencia a la información proporcionada por gráficos o tablas, que no aparecen en esta la actividad.

Una vez identificadas las operaciones en el uso de pruebas necesarias para la realización de esta actividad, dirigimos nuestra atención al segundo objetivo de investigación, el análisis de las dificultades que experimenta el alumnado en cada una de ellas.

Análisis de las dificultades de los estudiantes en las operaciones de uso de pruebas

En este apartado se aborda de forma sistemática las dificultades en las operaciones de uso de pruebas encontradas por el alumnado en la resolución de un problema sobre la sostenibilidad de la acuicultura actual. Estas se relacionan con cada uno de los niveles de complejidad elaborados por PISA para esta práctica científica. Adaptando estas operaciones a las requeridas por la tarea realizada por el alumnado (tabla 1).

Las principales dificultades identificadas son en las operaciones:

Identificar el significado de la pregunta y seleccionar la información necesaria, situada en el nivel 3.

13 de los 14 alumnos analizados responden la pregunta ¿Qué supone un mayor aprovechamiento desde un punto de vista ecológico- alimentarse de boquerones y caballas- o alimentarse de rodaballo? teniendo en cuenta el mantenimiento del equilibrio, sin considerar las informaciones proporcionadas por el texto. Esto podría ser debido a que al reconocer parcialmente el significado de la pregunta, recurran al esquema utilizado en la actividad anterior, la gestión de una bahía, en la que tenían que considerar tanto la transferencia de energía como el mantenimiento de las poblaciones.

Considerar toda la información disponible para extraer la conclusión principal del texto, situada en el nivel 4.

Respecto a esta operación, los resultados muestran que aunque todos los alumnos, excepto, el dos que cita una de las informaciones del texto, reconocen la conclusión principal, por ejemplo alumno 13 “Que la acuicultura marina agrava el problema que intenta solucionar (...)” solo dos de ellos, los alumnos cuatro y ocho, consideran todas las informaciones. Esto podría ser debido a que todas las informaciones proporcionadas hacen al alumno llegar a la misma conclusión y por esta razón no consideran necesario señalar cada una de ellas.

Extraer conclusiones basadas en la combinación de pruebas coordinándolas con modelos teóricos, situada en el nivel 5.

Esta es la operación en que los alumnos muestran la mayor dificultad, ninguno de ellos consideró las informaciones aportadas en el texto para responder a la tercera pregunta, la elección de alimentarse de rodaballo o boquerones y caballas en términos de mayor eficiencia energética, solo se apoyaron en el modelo teórico. Una de las razones podría ser que no reconozcan la conexión entre las tres preguntas que forman la actividad, por tanto no sean capaces de utilizar las pruebas que apoyan la conclusión del texto para seleccionar la mejor opción de alimentación.

Consideramos que esta dificultad podría haber condicionado las encontradas en las operaciones del nivel 6: 1) *comparar y diferenciar entre explicaciones basándose en las informaciones del texto que lo apoyan*; y 2) *elaborar argumentos coordinando las informaciones proporcionadas por el texto con modelos teóricos, en concreto el modelo de flujo de energía*. En este caso, los alumnos al no tener en cuenta las informaciones proporcionadas por el texto, recurren únicamente a los modelos teóricos aprendidos durante la unidad, sin reconocer que la pregunta tiene un objetivo distinto que las actividades de gestión de ecosistemas terrestres y de ecosistemas marinos realizadas en las sesiones anteriores. Esta limitación condiciona el modelo teórico utilizado por el alumnado para apoyar su elección, obteniendo los siguientes resultados: a) ocho alumnos seleccionan la opción de alimentarse de ambos, tanto de boquerones y caballas, como de rodaballo apoyándose en el modelo de mantenimiento de equilibrio, aunque cinco de ellos también hacen referencia al modelo de flujo de energía, es decir a la disminución de energía; b) tres alumnos, 4, 7, y 8, seleccionan la opción de alimentarse de boquerones y caballas, aunque sólo uno de ellos apela al flujo de energía para apoyar su opción, el resto combina el modelo de flujo de energía y el mantenimiento de poblaciones; y c) el alumno 1, es el único que escoge la opción de alimentarse de Rodaballo, porque es el que está situado en la cima de la cadena trófica y no hay ninguna población que se pueda alimentar de él. Como muestra su respuesta, aunque apela al modelo de flujo de energía, su conclusión no es adecuada porque no es capaz de atribuir de forma correcta los organismos a su nivel trófico correspondiente: *“Si se alimentan de rodaballo pierden energía, pero se pierde más si se alimentan de boquerones y caballas porque hay más niveles”*

Una vez analizadas las dificultades abordamos las principales conclusiones e implicaciones educativas derivadas de este estudio.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

En este trabajo se busca por una parte, identificar las operaciones en el uso de pruebas necesarias en la resolución de un problema sobre la sostenibilidad de la acuicultura, y por otra, analizar las dificultades que encuentra los estudiantes en su puesta en práctica. Para su identificación nos basamos en los datos proporcionados por los estudiantes y en los niveles de competencia establecidos por PISA, los cuales adaptamos a nuestra tarea. Se identificaron por ejemplo las operaciones de: 1) identificar el objetivo de la actividad y relacionar causas y efectos, pertenecientes al nivel 1; 2) considerar toda la información disponible en un mismo conjunto de datos, en distintos formatos, para extraer la conclusión principal del texto, situada en el 4; y 3) elaborar argumentos coordinando las informaciones proporcionadas en el texto con modelos teóricos, situada en el 6.

Una vez identificadas las operaciones, se analizaron las producciones escritas de los estudiantes mostrando que encontraron dificultades para: 1) identificar el significado de la pregunta; 2) considerar toda la información disponible para extraer la conclusión principal del texto; 3) extraer conclusiones basadas en la combinación de pruebas coordinándolas con modelos teóricos; 4) comparar y diferenciar entre explicaciones

basándose en las informaciones del texto que lo apoyan; y 5) elaborar argumentos coordinando las informaciones proporcionadas por el texto con el modelo teórico de flujo de energía. Consideramos que podría haber dos factores que condicionaran su desempeño: a) reconocer parcialmente el objetivo de la actividad, elegir la opción que supusiera el mayor aprovechamiento energético, adaptando el modelo de resolución utilizado en la actividades anteriores. Por esta razón, la mayoría de los alumnos seleccionaron la opción alimentarse de ambos de tal forma que aseguraran tanto el mayor aprovechamiento energético como el mantenimiento de las poblaciones; y b) ninguno reconoce la relación entre esta pregunta, las preguntas anteriores, y las informaciones proporcionadas por el texto, por lo que no las consideran en la realización de la actividad. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de elaborar actividades con el objetivo de poner en juego las distintas operaciones que forman parte de la práctica de uso de pruebas, en especial la identificación del significado de las preguntas y la consideración y utilización de toda la información disponible.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, código EDU-2009-13890-C02-01. Al profesor y los alumnos que participaron en el estudio.

BIBLIOGRAFÍA (SELECCIÓN)

- Bravo Torija, B. & Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *Research-based design of a teaching sequence on marine resources management: How to manage classroom resources?* Comunicación presentada en el congreso de ERDOB, Braga, Portugal.
- Fernández Manzanal, R., Rodríguez Barreiro, L. M., & Casal, M. (1999). Relationship between ecology fieldwork and student attitudes toward environmental protection. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 341-368.
- Gallegos, L., Jerezano, M. E., & Flores, F. (1994). Preconceptions and relations used by children in the construction of food chains. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 259-272.
- Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE). (2008). Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. Madrid: Santillana. Último acceso el 15 de Enero de 2011, desde http://ccbb.educarex.es/pluginfile.php/128/mod_resource/content/2/Info_PISA_2006.pdf
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.

ANEXO

“Muchos creen que la acuicultura marina aliviará la presión sobre las poblaciones (de peces). Ahora bien, solo podrá hacerlo si los organismos que se crían no consumen pienso de pescado. Cuando se echa pienso a los peces, como en el caso del rodaballo o otros carnívoros, la acuicultura agrava el problema, al convertir en pienso para animales a pequeños pelágicos, entre los que hay algunos adecuados para el consumo humano, como los boquerones o las caballas. En realidad, as piscifactorías de rodaballo consumen más peces de los que producen: pueden ser necesarios dos kilogramos de pienso de peces para obtener un kilogramo de rodaballo” (Texto adaptado da revista de divulgación científica “Investigación y Ciencia” nº 324, no artigo “Mares esquilados”)

¿Cuál es la conclusión principal que obtienes tras la lectura del texto?

¿Qué informaciones que aparecen en el texto que utilizarías para apoyar la conclusión anterior?

En una clase de 4º de ESO el profesor plantea la siguiente pregunta ¿Qué supone un mayor aprovechamiento de la energía desde un punto de vista ecológico, alimentarse de boquerones y caballas – que se alimentan de plancton- o alimentarse de rodaballo?

A. Ambos, ya que de esta forma se mantendría el equilibrio de la cadena trófica.

B. Boquerones y caballas, ya que nos aportan todos los nutrientes necesarios en la dieta humana.

C. Rodaballo, ya que no habrá ninguna población que dependa de él para su alimentación al situarse en la cima de la cadena trófica.

D. Boquerones y caballas, porque teniendo en cuenta la ley del 10%, cuanto más alto está un eslabón más energía se “pierde”.

La autoevaluación en la resolución de problemas de física

Hinojosa, J. y Sanmartí, N.

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona. Grupo LiEC.

Correo: julia.hinojosa@escolapia.cat

RESUMEN

La autoevaluación es una herramienta eficaz para desarrollar la competencia en aprender a aprender, al mismo tiempo que la científica. En este trabajo se presenta una actividad orientada a promover el desarrollo de la capacidad de los alumnos de autorregular los procesos de resolución de problemas de lápiz y papel. Los primeros análisis de los datos de su aplicación muestran, por una parte, que mejoran los resultados de los estudiantes, así como la valoración positiva que hacen del proceso, y, por otra parte, su influencia en el cambio en el quehacer diario del profesor.

Palabras clave

Autoevaluación, autorregulación, resolución de problemas, enseñanza de la física, base de orientación.

INTRODUCCIÓN

En general, la mayoría de las propuestas para la enseñanza de la resolución de problemas se articulan, expresadas de una u otra forma, alrededor de las cuatro fases utilizadas por Polya (1987): comprensión del problema, concepción de un plan, ejecución del mismo y visión retrospectiva o revisión de los resultados. Hay muchos estudios que muestran las dificultades que comporta resolver adecuadamente problemas (Perales, 2000).

Nuestro estudio arranca de la búsqueda de propuestas que ayuden a los alumnos de bachillerato a afrontar la resolución de problemas reales en general y, en particular, de física. Quien más quien menos, todo el mundo construye sus propias estrategias para conseguir resolver un problema de cualquier índole. Pero frecuentemente estas estrategias se astillan en pequeños problemas metodológicos, matemáticos y, a veces, en otros más conceptuales, impidiendo ser eficaz y al mismo tiempo eficiente.

Para ayudar a los estudiantes a mejorar sus estrategias y a aplicarlas de forma coherente, a nivel del departamento de ciencias experimentales del centro experimentador se diseñó una base de orientación para ayudar a los alumnos a planificar su proceso de resolución de problemas (cuadro 1). El significado de este protocolo, que es el extracto natural de nuestras prácticas habituales en el aula, se consensua con los estudiantes y, a partir de él, se les estimula a revisar las estrategias que tienden a aplicar de forma más o menos rutinaria y a dar sentido a cada una de las acciones.

Nombre:	Asignatura:	Fecha:
Nivel:	Curso:	Unidad didáctica:
<i>Problema (Enunciado del problema)</i>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Leer de forma comprensiva. (Lectura en silencio y discusión). Apuntar alguna pregunta o duda destacable. 2. Clasificar los datos ya sea mediante un esquema, un dibujo o simplemente una lista. Este punto ha de servir para evaluar la comprensión lectora. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Adecuar las unidades al sistema internacional. 2.2. Identificar las variables del proceso: conocidas y desconocidas. 3. Identificar el proceso que tiene lugar. Y apuntar las leyes que lo gobiernan. 4. Realizar una anticipación de la solución, aunque sea cualitativa. 5. Escoger el procedimiento a aplicar. En la mayoría de casos plantear ecuaciones a través de fórmulas, es decir, pasar la información lógica del texto a un lenguaje algebraico. Una ecuación por incógnita. 6. Solucionar matemáticamente las ecuaciones. 7. Analizar lógicamente los resultados para detectar posibles errores o incoherencias matemáticas. 8. Expresar la solución final con claridad indicando las unidades correspondientes en SI. Escribir una frase que incluya la solución. 		

Cuadro 1: Base de orientación para la resolución de problemas de ciencias.

La reflexión se fundamenta en la importancia de dedicar tiempo a la anticipación y planificación de la acción, y en cómo la base de orientación consensuada puede ser útil para pensar antes de hacer, con la finalidad de ser más eficaces resolviendo problemas. Posteriormente se anima a los estudiantes a ponerla en práctica. Primero la utilizan como guía para resolver problemas que forman parte de sus deberes, y después, cuando ya empiezan a interiorizarla y a rutinizarse su uso, pasa a ser una estructura a aplicar en la resolución de problemas en los exámenes.

Para estimular su aplicación de forma eficaz, se establece un fórum en la plataforma educativa virtual de clase. Se sube a la plataforma, escaneado, el documento que reproduce el proceso aplicado por un alumno cualquiera y, seguidamente, se abre un fórum donde los alumnos escriben tanto sus críticas y propuestas de mejora, como sus autocríticas, siempre sobre el apoyo de la base de orientación consensuada. Rápidamente se establece una conversación argumentada sobre las diferentes posibilidades. Este fórum, para cada problema tipo, se realiza aproximadamente durante una semana.

Del análisis de la discusión en fórum se pueden identificar los argumentos de los alumnos y valorar el grado de asimilación de los contenidos conceptuales, procedimentales e, incluso, actitudinales, así como sus principales dificultades y obstáculos a superar. El mismo análisis también ayuda a reconocer deficiencias en la explicación y proceso de enseñanza aplicado por el docente y revisar, así, su práctica. Más información sobre el análisis del funcionamiento de este tipo de fórum se puede encontrar en Hinojosa y Sanmartí (2011).

Respecto a anteriores prácticas, como un paso más en el objetivo de ayudar a los estudiantes a mejorar sus estrategias de resolución de problemas, nos propusimos

promover procesos de autoevaluación-regulación. Esta comunicación se centra en la descripción y fundamentación de la estrategia aplicada, y en un primer análisis de los resultados obtenidos.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

La autoevaluación como componente básico de todo aprendizaje competencial

Cometer errores a lo largo de un proceso de aprendizaje es algo totalmente normal e inherente al mismo proceso de aprender. Sin embargo, los profesores constatamos que hay unos estudiantes que son más capaces que otros de reconocer los obstáculos que han de superar al resolver un problema y de tomar decisiones para afrontarlos. La diferencia básica es que unos saben evaluarse (regularse), mientras que otros han desarrollado sistemas para aprender muy poco eficientes.

Cada alumno, cada persona, tiene un sistema personal de aprender que ha ido construyendo progresivamente de manera autónoma, básicamente a partir de los estímulos que recibe en la escuela y en su entorno familiar y social. Por ejemplo, unos chicos y chicas tienden a refugiarse en la repetición y en la mecanización, y piden ayuda externa constantemente, mientras que otros buscan entender por qué no entienden o por qué no les sale bien. Por supuesto, los resultados de unos y otros a largo plazo son muy diferentes.

Aprender es necesariamente un proceso de autorregulación de tipo metacognitivo (Schoenfeld, 1987). Pero ¿cómo desarrollar un sistema de aprendizaje que permita aprender a aprender, es decir, a autorregularse? A partir de la Teoría de la Actividad promovida por Leontiev se considera que es necesario (Sanmartí y Jorba, 1995; Sanmartí, 2007):

- *Representarse la categoría del problema y los motivos y los objetivos de su resolución*, es decir, poder responder a cuestiones como: ¿qué tipo de actividad-problema debo resolver? ¿por qué realizar esta actividad? ¿Qué aprenderé con ello?

Una de las dificultades más importantes que los alumnos constatan es que al leer el enunciado no activan a qué categoría de problemas pertenece el que se les propone resolver, es decir, con qué tipología o clase conecta de los que han trabajado anteriormente. También, generalmente, el objetivo de los estudiantes es aprobar más que reconocer su campo de aplicación-utilidad. Sin reconocer qué están aprendiendo y su finalidad, es muy difícil que puedan autorregularse.

- *Anticipar y planificar las operaciones necesarias para llevarla a cabo*, es decir, poder responder a cuestiones como: ¿qué estrategia o estrategias se pueden adoptar para resolver la situación planteada?, ¿cuál de estas estrategias es la más adecuada para realizar la tarea propuesta?, ¿qué operaciones es necesario realizar para conseguirlo y por qué?, ¿en qué orden?, ¿qué conocimientos son necesarios?, ¿cuál es el resultado esperado?

Cómo indican todos los estudios (Schoenfeld, 1987), las personas expertas en resolver problemas dedican mucho tiempo a planificar y poco a ejecutar, mientras que las novatas hacen todo lo contrario. En esta línea, las bases de orientación son unos instrumentos idóneos para estimular que los estudiantes se habitúen a anticipar

cómo resolver un problema (o realizar distintos tipos de tareas), y a regular su aplicación.

- Finalmente será necesario *identificar los criterios de evaluación* que permiten decidir si al aplicar la planificación diseñada se está haciendo de forma adecuada. Esta regulación puede pasar por revisar la categoría con la que se ha conectado el problema a resolver o sus objetivos, o por replantear la planificación diseñada, aspectos que habitualmente no suelen plantearse los estudiantes. Mucho más fácil de autorregular es la revisión de la ejecución y la comprobación de si se ha realizado tal como se había previsto.

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 e implica incorporar estos aspectos como objetivos prioritarios de aprendizaje. Los estudios realizados (Sanmartí, Simón y Márquez, 2006) demuestran que no es tarea fácil, ya que los profesores también tenemos nuestras rutinas. A partir de la actividad diseñada en esta experiencia se ha buscado encontrar estrategias para responder a este reto.

Actividad aplicada y su justificación

Como instrumento de autorregulación y con la finalidad de promover que los estudiantes identifiquen las razones de sus dificultades cuando se enfrentan a la resolución de un problema (y también para que el profesorado podamos comprender la lógica o las estrategias que aplican), se diseñó un guión de autoevaluación (tabla 1), basado en la base de orientación de resolución de problemas consensuada. Cada alumno autónomamente lo completa para cada problema (P_i) poniendo un 1 en las celdas correspondientes a los ítems en los que ha encontrado dificultades después de realizar distintas pruebas o exámenes y más tarde, voluntariamente, se analiza con ayuda del profesor.

AUTOEVALUACIÓN							
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	T	Es posible que... (cada alumno escribe sus propios comentarios a partir de los sugeridos)
Comprensión							
Problemas de lectura							Se tiene que estar muy concentrado en la lectura y en tanto que sea posible has de revivir el problema mentalmente de manera que cuando dibujes lo que explica el problema te sirva como una autoevaluación de la comprensión de la lectura.
Identificar el proceso que tiene lugar							Al leerlo no "activas" a que categoría de problemas pertenece el que tienes delante, con que tipología conecta de los que ya has trabajado. Es aquello que dicen los expertos, este problema "va de...". Lees, pero no "conectas".
Planificación							
Planificar la resolución							Los buenos "solucionadores" de problemas se pasan más tiempo planificando que escribiendo. Has de entender la importancia de pensar antes de actuar.
Resolución							
Unidades							Atención, todas tendrían que estar en S.I.
Cálculo matemático							Matemáticas. Quizá te falta práctica?
Análisis							

Análisis de los resultados									Tendrías que preguntarte siempre si el resultado tiene sentido.
Explicaciones									Tendrías que justificar a través de un modelo cualquier resultado que presentes.
Formalismo									
Errores no forzados (falta de atención)									Atención. Intenta estar concentrado y no te distraigas.
Entiendo el concepto pero he “practicado” poco									La agilidad, en el tiempo, viene dada por la falta de práctica.
Otros									
Otros:									
Nota que has obtenido:									
Nota que esperabas:									

Tabla 1: Ficha de autoevaluación de problemas de ciencias.

En el guión, como se puede observar, los alumnos se autoevalúan problema a problema siguiendo básicamente la estructura de Polya. Como está conectado a una hoja de cálculo, en la columna (T) se refleja la suma total de veces que han tenido dificultades en cada uno de los ítems expresados y, también, la suma para las diferentes fases. En relación a cada una de las dificultades se indican posibles causas a tener en cuenta y consejos para ayudar a la reflexión, aunque los estudiantes pueden aportar sus propias ideas.

Por ejemplo, como uno de los problemas que los alumnos constatan es que al leer el enunciado no activan a que categoría de problemas pertenece el que tienen que resolver (idea que forma parte del punto 3 de la base de orientación, cuadro 1), en el guión se ha introducido una pregunta para promover esta conexión y la autorregulación del propio alumno: ¿A qué categoría o clase pertenece este problema? Para el profesorado ha sido una sorpresa, en cierto modo, constatar las respuestas muy variadas que dan, ya que cada alumno asocia el problema con distintos tipos y ejemplos de los trabajados en clase.

Los resultados de esta autoevaluación han comportado también cambios en el quehacer diario del profesor, obligándole a revisar sus rutinas para así ayudar mejor al alumnado a realizar este ejercicio metacognitivo. Ha podido constatar su complejidad, debida a las posibles variaciones y combinaciones de tipos de problemas, y también la gran diferencia entre el problema científico que propone el profesor y el que realmente entiende el alumno, tal como ya mostraron Osborne y Freyberg (1991).

Un ejemplo de nueva práctica es que cada vez que se resuelve un problema en clase, después de leerlo atentamente y representarlo esquemáticamente, normalmente mediante un dibujo, se explicita la pregunta ¿A qué categoría o clase pertenece este problema? Se deja tiempo para la reflexión personal y después se discuten las respuestas, antes de continuar con la resolución. De esta manera se promueve que los alumnos realicen la conexión entre el problema que se está resolviendo y sus conocimientos. Por tanto, son más capaces de autorregular su aprendizaje y mejorarlo, ya que pueden revisar cómo tienen organizado el pensamiento y es sabido que el aprendizaje debe conducir a una organización interna de los conocimientos en estructuras cada vez más ordenadas y complejas (Oñorbe, 2003).

PRIMEROS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El análisis de los primeros resultados son muy alentadores y positivos. A falta de profundizar más en los datos recogidos, que se espera poder resumir en la comunicación oral, se ha constatado que los resultados de 36 de los 38 estudiantes de 1º bachillerato son mejores, y que la curva de Gauss de las notas se ha desplazado hacia la derecha como se puede observar en las figuras 1 y 2.

En estas figuras se presentan respectivamente las notas numéricas comparadas entre dos exámenes parciales de la segunda evaluación (dinámica) antes (azul) y después (rojo) de aplicar la nueva base de orientación surgida de los resultados de la autoevaluación y, por otro lado, las curvas gaussianas de las notas de los mismos exámenes. Se puede observar que la mejora es sustancial en muchos de los estudiantes con peores resultados en la primera evaluación, lo cual nos puede indicar que los alumnos con buenos resultados en esta fase, ya eran capaces de autoevaluarse. Aun así, buena parte de ellos también han mejorado sus resultados.

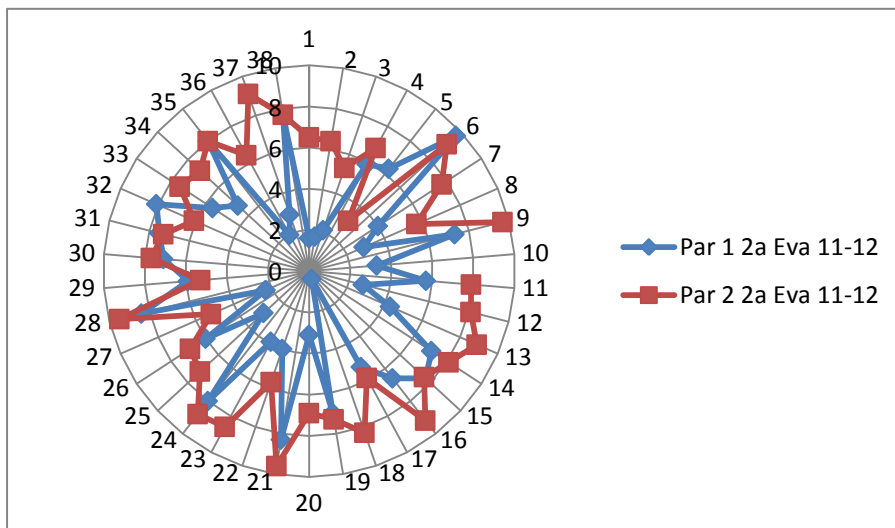


Figura 1: Notas de los exámenes parciales curso 2011-12.

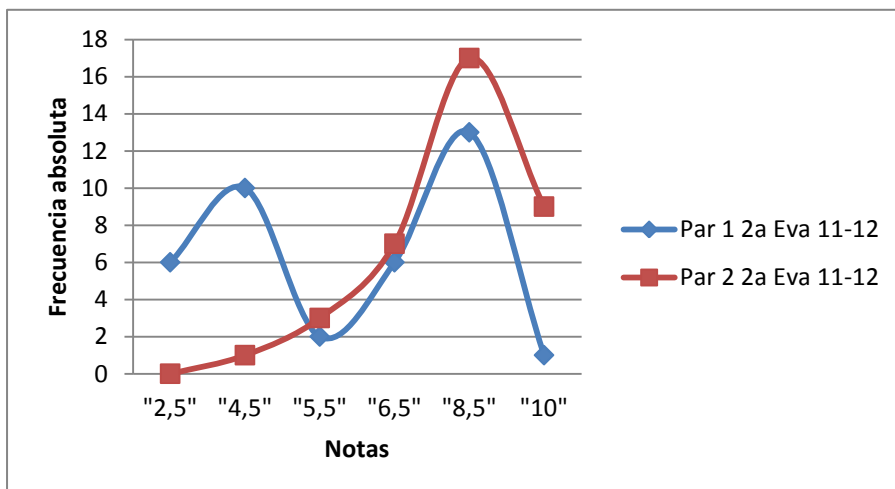


Figura 2: Distribución de las notas de los exámenes parciales curso 2011-12.

Para intentar objetivizar estos resultados se ha establecido una comparación con los alumnos del curso pasado. A continuación se presentan los resultados de los mismos parciales en idéntico formato (figuras 3 y 4). En estas figuras también se pudo observar que hay una mejora aunque no tan significativa. Prueba de ello es que si hacemos la media de la mejora de un parcial al otro en el curso pasado es de 1,2 mientras que la de este curso asciende a 2,1.

Además los alumnos han calificado esta mejora literalmente como definitiva y la aplican sistemáticamente cuando realizan sus tareas diarias, tanto en aula como en casa.

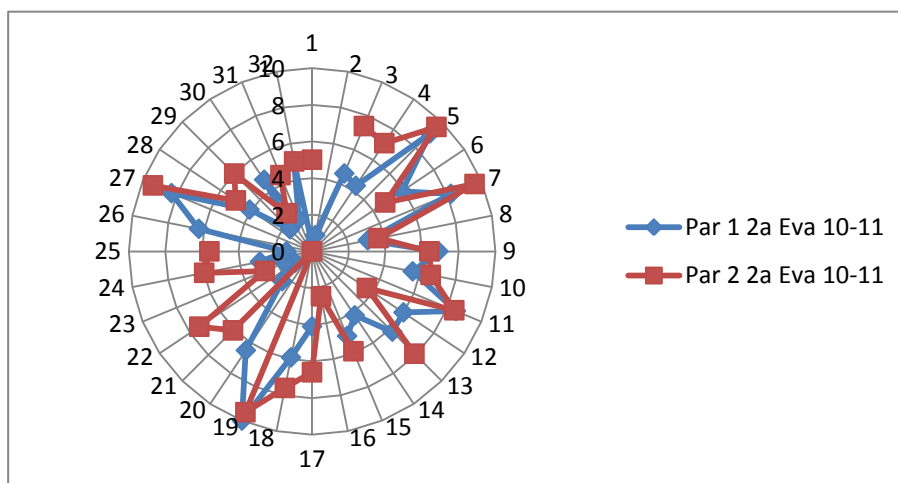


Figura 3: Notas de los exámenes parciales curso 2010-11.

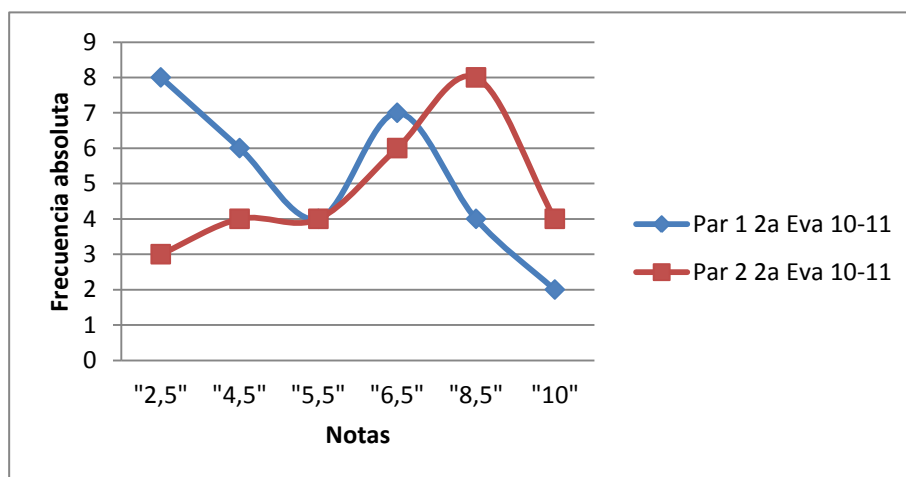


Figura 4: Distribución de las notas de los exámenes parciales curso 2010-11.

Otra consecuencia que merece un estudio más detallado, es que esta práctica parece espolear la motivación por el trabajo de los estudiantes con dificultades, ya que se dan cuenta de que los alumnos con mejores resultados siempre tienen, por ejemplo, respuesta a la pregunta sobre la categoría y que ello es una causa de éxito.

Por otra parte, en cuanto a las a las propuestas para superar las dificultades que explicitan, reconocen que se ha de establecer una prioridad, es decir, que cada alumno que detecta problemas en relación a distintos ítems, tiene que decidir (si hace falta, aconsejado) qué tipo de obstáculo aborda primero. Y cuando lo ha solucionado, puede

afrontar otro. Se ha comprobado que así el estudiante percibe que las dificultades son abordables y no se desanima tan fácilmente.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU2009-13890-C02-02). A la Escola Pia Sarrià-Calassanç (Barcelona).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hinojosa, J., & Sanmartí, N. (2011). Resolver problemas colaborativamente de forma virtual. *Alambique*, 67, 103-108.

Oñorbe, A. (2003). Resolución de Problemas. En M.P. Jiménez (Coord.), A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci & A. De Pro (Ed), *Enseñar ciencias* (pp. 73-93). Barcelona: Graó.

Osborne, R., & Freyberg, P. (Ed). (1991). *El aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la Ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea.

Perales, F.J. (Ed). (2000). *La resolución de problemas*. Madrid: Síntesis.

Polya, G. (Ed). (1987). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

Sanmartí, N. (Ed). (2007). *Evaluar para aprender. 10 Ideas clave*. Barcelona: Graó.

Sanmartí, N., & Jorba, J. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Alambique*, 4, 59-67.

Sanmartí, N., Simón, M., & Márquez, C. (2006). La evaluación como proceso de autorregulación. 10 años después. *Alambique*, 48, 32-41.

Schoenfeld, A. (1987). What's All the Fuss about Metacognition? En A. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 189-215). New Jersey, NJ: Erlbaum.

Análisis de las interacciones verbales en un trabajo práctico con un modelo analógico de una cuenca hidrogeológica

Nebot, M R.¹, Márquez², C. y Sanmartí, N².

IES Manuel Blancafort¹, Departamento de Didáctica de las Ciencias, UAB².

mrnebot@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la investigación es describir, clasificar, analizar y detectar los cambios en las interacciones verbales que se producen durante las actividades aplicadas con alumnos de bachillerato en relación con la utilización de un modelo analógico, una maqueta, para favorecer la comprensión del modelo cuenca hidrogeológica. Para la realización del análisis se elaboró un instrumento, que permitió detectar dos tipologías de interacción: las relacionadas con el proceso de modelización y las correspondientes a los estilos comunicativos. Como conclusión se detectaron patrones, tanto en el proceso de modelización realizado por los alumnos a partir de relacionar hechos del mundo, observaciones en la maqueta y conceptos, como en la tipología de las interacciones en función de las etapas de dicho proceso de modelización.

Palabras clave

Cuenca hidrogeológica, ciclo del agua, modelo analógico, interacciones, modelización.

INTRODUCCIÓN

La concepción de la actividad científica escolar como práctica teórica busca que el estudiante conecte su actividad manipulativa y experimental (*práctica*) con la teoría y con las formas de hablar (Izquierdo y Aliberas, 2004), pero este objetivo, que a priori parece sencillo, encuentra múltiples dificultades. Parece que la realización de trabajos prácticos debería ser imprescindible en el estudio de las Ciencias Experimentales, pero si analizamos la situación en las aulas descubrimos que en muchas ocasiones o no se realizan o se reducen a observar y comprobar afirmaciones. Las razones que se aducen son diversas: una gestión más compleja del aula, la necesidad de proveerse del material necesario, el hecho de que algunos profesores piensan que hace falta dedicarles más tiempo que a una sesión teórica para obtener *el mismo resultado*, con la consiguiente sensación de que *se pierde el tiempo*. Esta sensación se produce porque con mucha frecuencia estas sesiones son mucho menos productivas de lo que el profesorado esperaba (Hodson, 1990).

Uso de analogías

Los estudios sobre el uso de modelos analógicos muestran que facilita la interiorización de las actividades que se realizan, así como la negociación y apropiación de significados. Para Oliva (2001), una de las razones es que *construir una analogía comporta la elaboración de un modelo mental de la situación análoga que se toma*

como referencia y implica también la génesis de un modelo sobre la situación o problema que se quiere estudiar (Oliva, 2001).

En el caso que se analiza en este escrito se ha utilizado como analogía una maqueta (Nebot, 2007) que los estudiantes construyen y con la cual interactúan a lo largo de una secuencia didáctica que dura entre dos y tres semanas para profundizar en el concepto de cuenca hidrogeológica. Una maqueta, en este caso dinámica, que permite establecer y validar relaciones con el mundo real y el mundo de los modelos teóricos, ya que facilita la observación de fenómenos y promueve la inferencia y génesis de modelos teóricos (Gómez, Pujol y Sanmartí, 2006). Se trata de un modelo didáctico intermediario que permite discutir sobre los aspectos observados y las variables más relevantes y, en este caso, incluso simular cambios. La maqueta de la cuenca hidrogeológica representa el mundo (el lago, el acuífero, el cielo, las rocas, la vegetación) y nos permite observar hechos (condensación, infiltración) e interactuar con ella (regamos, extraemos agua, ponemos el montaje al sol o a la sombra). Mediante esta interacción constante de los alumnos y la profesora con la maqueta, se llegan a comprender e interiorizar los fenómenos que se producen en el sistema cuenca y se puede llegar a generalizaciones que permitirán hacer predicciones. De esta manera se puede interpretar el mundo, ya que se establece la conexión entre los hechos del mundo y el modelo científico. En este proceso es muy importante identificar pruebas y datos que ayuden a los alumnos a interpretar el mundo de manera más compleja y coherente con las observaciones realizadas.

La maqueta se puede considerar un contexto en el que el alumnado puede activar conocimientos aprendidos en momentos diversos e incluso en asignaturas diferentes e interrelacionarlos para explicar el funcionamiento de la maqueta. Este proceso de activación recibe el nombre de transferencia (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011) y es una culminación del proceso de modelización. Es por ello que resulta crucial detectar qué aspectos del trabajo con modelos analógicos, y concretamente de maquetas, lo favorecen.

Justificación de la investigación

Una combinación de factores diversos nos llevó a la utilización de modelos analógicos en las prácticas. Una de las críticas que se hacen a las actividades prácticas es que, incluso cuando los alumnos participan de alguna manera en su preparación o están planteadas totalmente o en parte como investigaciones, los alumnos perciben el laboratorio como un sitio donde se *hacen cosas*, pero sin llegar a ver la conexión entre lo que hacen y la teoría, ni el lugar que ocupa el trabajo que se hace en el laboratorio dentro del contexto de los trabajos científicos (Tamir, 1991). Una de las ventajas de hacer prácticas con maquetas es que la interacción entre los alumnos y la profesora al manipularla y hablar sobre lo que se hace y observa permite reconocer, usar y evaluar pruebas que fundamentan mejor la interpretación de los fenómenos. Todo ello favorece que los estudiantes vayan modelizando la visión de cuenca hidrogeológica, acomodando, modificando e interrelacionando ideas y conceptos que ya tienen.

En este trabajo exploratorio nos propusimos analizar como va teniendo lugar dicho proceso, incidiendo especialmente en el estudio de las interacciones verbales entre los protagonistas de la actividad.

Preguntas de la investigación

¿Qué interacciones verbales se producen entre los alumnos y la profesora, en el aula de ciencias, en una práctica basada en un modelo analógico y orientada a favorecer la comprensión del modelo cuenca hidrogeológica? ¿Cómo cambian estas interacciones a lo largo del trabajo práctico realizado? ¿Se pueden identificar algunos patrones en las interacciones verbales relacionados con el proceso de modelización?

Participantes

La actividad analizada se realizó durante el curso 2009-10, con 11 alumnos (7 chicas y 4 chicos) de la asignatura optativa de Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente de segundo de Bachillerato del Instituto *Manuel Blancafort* de la Garriga, un municipio de unos 15.000 habitantes de la provincia de Barcelona.

La descripción de la maqueta y de la actividad práctica realizada se puede encontrar en Nebot (2007).

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Diseño del instrumento de análisis

Para diseñar el instrumento de análisis en primera instancia se plantearon las posibles interrelaciones entre el modelo científico, el modelo analógico y los hechos del mundo. A partir de la revisión bibliográfica, se comprobó que la gestión de la práctica estudiada tenía muchas similitudes con el **Modelo Didáctico Analógico (MDA)**, definido por Adúriz et al. (2001). Per ello, en primer lugar se hizo un esquema de la relación entre los *momentos* (las fases) del MDA que proponían dichos autores (figura 1).

El MDA se inicia con el **Momento Anecdótico (1)**, en el que la analogía se presenta en forma de juego o problema, que los estudiantes deben resolver. El Momento Anecdótico permite que los alumnos lleguen al Momento de **Conceptualización sobre la Analogía (2)**. En esta segunda etapa se buscan consensos entre los alumnos y la profesora, se ponen en común los conceptos fundamentales y se introducen términos nuevos y se resignifican otros. En el **Momento de Correlación Conceptual (3)** del MDA, los alumnos procesan la información científica y le encuentran significado. Por último, en el **Momento de metacognición (4)** los alumnos toman conciencia de los conceptos conectores que han construido, de los conceptos erróneos que han descartado y de las nuevas relaciones aprendidas. Es en este momento cuando surgen consideraciones conceptuales de la idoneidad de la maqueta y sus limitaciones.



Figura 1. Esquema de relación entre los distintos momentos del Modelo Didáctico Analógico, propuesto por Adúriz et al. (2001).

Se comparó el MDA con la práctica analizada y se elaboró un nuevo esquema que permitió generar las categorías definitivas para el análisis de las interacciones entre los alumnos y la profesora. A continuación se adjunta la adaptación que se realizó del esquema del MDA para este trabajo práctico (figura 2).

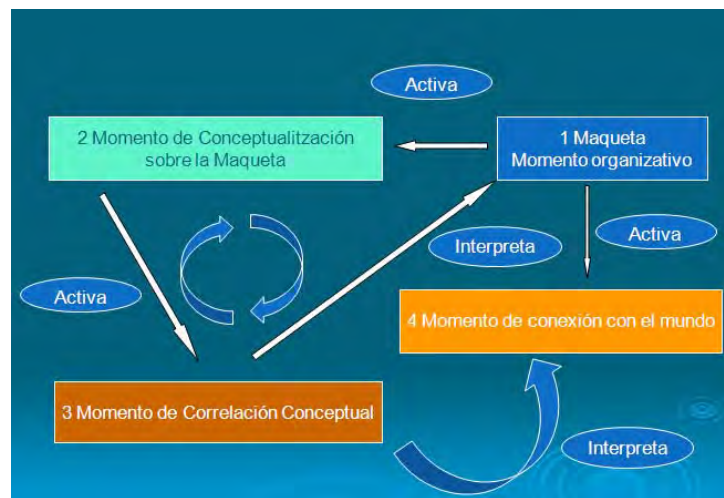


Figura 2. Esquema del MDA adaptado a la práctica del modelo analógico de una cuenca hidrogeológica.

Teniendo en cuenta este esquema se diseñó una tabla para la recogida de datos, en la que los momentos didácticos de la analogía se situaron en las columnas y las intervenciones de los alumnos y la profesora se situaron, secuenciados, en las filas (figura 3). A la derecha se recogieron las intervenciones de la profesora y a la izquierda las de los alumnos. Se trata de columnas paralelas simétricas (con el mismo significado) que analizan el mismo momento didáctico en el caso de la profesora y los alumnos. Se han coloreado de la misma manera las correspondientes a cada uno de los momentos para facilitar su visualización.

En el centro se encuentran **las columnas de color azul**, relacionadas con la construcción y la manipulación de la maqueta (**1.-Maqueta: momento organizativo o de construcción, en el esquema**). Se pueden relacionar con el Momento Anecdótico del MDA. Quizás es el momento que más se aleja del propuesto por Adúriz et al (2001), ya que en este caso la profesora da las instrucciones para hacer la maqueta y los alumnos no intervienen mucho en las decisiones para hacerla, solamente proponen pequeñas modificaciones y preguntan cómo deben hacer alguna cosa o cuestionan por qué hacen alguna de las acciones.

Las dos columnas de color verde corresponden a los **Momentos de Conceptualización sobre la maqueta (2 en el esquema)**, en los que se observan fenómenos que se producen en la maqueta; por ejemplo observan que se ha producido más condensación en los montajes que estaban al sol que en los que estaban a la sombra. También se buscan consensos entre los alumnos y la profesora y se ponen en común los conceptos fundamentales (infiltración, nivel freático, evaporación, condensación).

		Alumnos				Profesora			
		4.- Connexión con el Mundo.	3.-Correlación conceptual	2.-Conceptualización maqueta	1.-Organización y construcción	1.-Organización y construcción	2.-Conceptualización maqueta	3.-Correlación conceptual	4.- Connexión con el Mundo.
A4	Intervención alumna 4			x					
P	Intervención profesora				x				
A6	Intervención alumno 6		x						
P	Intervención profesora					x			

Figura 3. Organización del instrumento de análisis.

Las columnas de color marrón rojizo corresponden a los **Momentos de Correlación Conceptual (3 en el esquema)**, en que los alumnos procesan la información científica y le encuentran significado; pueden explicar, por ejemplo, por qué se ha producido la condensación y a qué son debidas las diferencias entre los montajes que se colocaron al sol y los que estaban en la sombra.

Por último, las columnas de color naranja corresponden al **Momento de conexión con el mundo (4)**, ya que se hace una transferencia de conocimientos cuando los estudiantes utilizan lo que han aprendido para interpretar hechos del mundo.

De esta manera, con la distribución de las columnas, las intervenciones de la conversación quedan clasificadas por un lado en función del momento didáctico del MDA al que corresponden y por otro en función de quién las realiza, los alumnos o la profesora. Así se visualiza en qué *momento* se encuentra cada participante, como se observa en la figura 3.

La tipología de las interacciones queda reflejada dentro de las celdas. Su categorización se basa en los estilos comunicativos de Mortimer y Scott (2003), a través de una concreción hecha por Ametller (2010), a la cual se han añadido categorías para ajustarla a la práctica estudiada.

Así, cada celda nos da información, no sólo sobre el momento didáctico, sino también sobre el tipo de intervención que se está produciendo. Las intervenciones se unen por medio de flechas, que muestran el encadenamiento temático de las interacciones y su variación en el tiempo.

1		Alumnas				Profesora			
		4.- Conexión Mundo.	3.-Correlación conceptual	2.-Conceptualización maqueta	1.-Organización y construcción	1.-Organización i construcción	2.-Conceptualización maqueta	3.-Correlación conceptual	4.- Conexión Mundo.
2									
3	P				S				
4	A2		S	E					
5	P				S				
6	A2			S					
7	P				Dr				
8	E			S					
9	P				Dr				
10	Lo hacen								
11	P					S			
12	A4			Dato					
13	P				S				
14	A4			Dato					
15	P					Dato			
16	A4			Dato					
17	P					Rf			
18	A2		Rf						
19	P						Rf		
20	A4			Dato					

Figura 4. Instrumento de análisis. Análisis parcial de una secuencia.

RESULTADOS

Para analizar los resultados se utilizaron, además del instrumento descrito, gráficas para visualizar mejor la proporción relativa de los Momentos Didácticos a lo largo de la actividad. En la figura 5 se observan tres gráficos que corresponden a diferentes secuencias, el de la izquierda corresponde al primer día, el de la construcción de la maqueta, el del centro es representativo de diversas secuencias que se produjeron al largo de la actividad y el de la izquierda corresponde a una práctica que se hizo tres meses después, en la cual se trabajaron conceptos relacionados con el trabajo realizado con la maqueta.

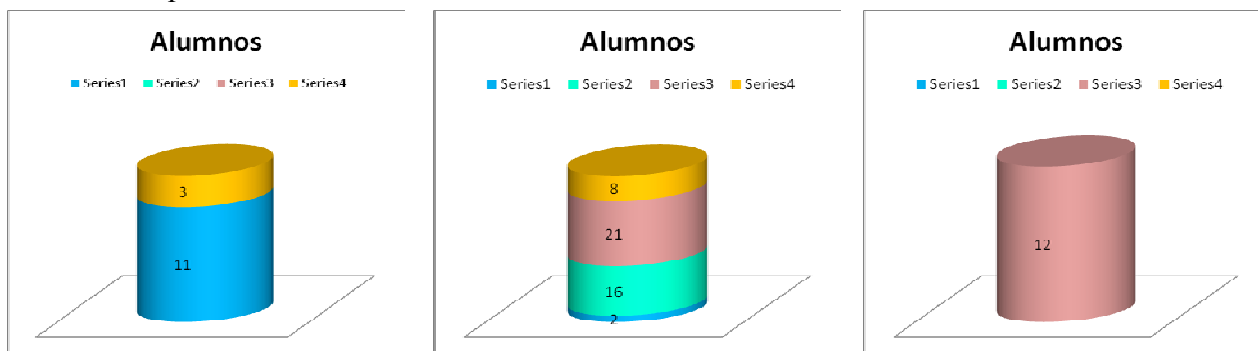


Figura 5.-Gráficos que muestran la proporción relativa de las intervenciones en función de los Momentos Didácticos a lo largo del proceso de modelización.

Respecto a los estilos comunicativos se observó que la mayoría de las interacciones eran dialógicas. Al principio de las diversas actividades, la mayoría de las interacciones se sitúan dentro del grupo *sondear* (elaboración de hipótesis, preguntas para favorecer la conceptualización, para focalizar la observación, etc.), pasando después a una fase de *elaboración* por parte de los estudiantes, jalonada con intervenciones de la profesora, y en algunos casos de los alumnos, para *reformular y recapitular*. Se observó que, para acabar, las intervenciones se hacían desde la autoridad de la Ciencia, tanto por parte de los alumnos como de la profesora.

En la exposición oral se mostrarán ejemplos del análisis.

CONCLUSIONES

Se llegó a la conclusión que la maqueta es un buen contexto para promover y observar el proceso de modelización. Los alumnos empiezan conceptualizando sobre aspectos concretos de la maqueta de una manera espontánea y aplicando sus conocimientos previos, para pasar posteriormente a interpretar los procesos que observan en la maqueta aplicando sus conocimientos científicos. Es en esta fase en la que se producen un primer nivel de transferencia al interpretar científicamente el funcionamiento de la maqueta. El segundo nivel de transferencia se da en aquellas ocasiones, en que hay conexión con el mundo real, cuando los alumnos aplican lo que están aprendiendo en la interpretación de hechos distintos que conocen.

El análisis de las interacciones con la maqueta también permite identificar los estilos comunicativos y observar como cambian las interacciones, la mayoría dialógicas, a lo largo de la actividad en relación con el proceso de modelización, ya los alumnos empiezan elaborando hipótesis sobre los fenómenos que observan en la maqueta y, poco a poco, ayudados por la interacción con sus compañeros y la profesora van encontrando explicaciones a los hechos, estableciendo conexiones con sus conocimientos y haciendo deducciones, para acabar finalmente creando nuevos modelos mentales y realizando intervenciones desde la autoridad de la ciencia.

Las conclusiones no son extrapolables, ya que el número de participantes es muy reducido (once alumnos de segundo de Bachillerato y una profesora), y sólo se analiza una actividad, pero concuerdan en gran parte con las ideas encontradas en el marco teórico. También con los resultados que se han obtenido a posteriori, ya que se han tomado datos de la aplicación de la misma secuencia didáctica en dos cursos consecutivos (2010-11 y 2011-12).

En el análisis de los nuevos datos, que constituirán la tesis doctoral, se han introducido algunas modificaciones en el instrumento de análisis y en la categorización de las interacciones.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia SEJ2009-13890-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

- Adúriz-Bravo, A., Garófalo, J., Greco, M., & Galagovsky, L. (2005). Modelo didáctico analógico: marco teórico y ejemplos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII Congreso, 1-6.
- Ametller, J. (2010). Conferencia sobre estilos comunicativos, impartida en el marco de las sesiones del LIEC (Lengua i Ciència), UAB. Mayo 2010. No publicada.
- Galagowsky, L., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- Gómez, A., Pujol, R. M., & Sanmartí, N. (2006). Pensar, actuar y hablar sobre los seres vivos alrededor de una maqueta. *Alambique*, 47, 48-55.
- Izquierdo, M., & Aliberas, J. (2004) *Pensar, actuar i parlar a classe de Ciències. Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Àrea de Didàctica de les Ciències Experimentals.
- Mortimer, E.F., & Scott, P.H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Philadelphia, USA: Open University Press.
- Nebot, MR. (2010). *Anàlisi de les interaccions verbals en un treball pràctic amb un model analògic d'una conca hidrogeològica*. Trabajo de fin de Màster. Màster d'iniciació a la recerca en Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. Último acceso el 18 de marzo de 2012, desde <http://www-test.uab.es/servlet/Satellite/recerca/BlobServer?blobtable=Document&blobcol=urldocument&blobheader=application/pdf&blobkey=id&blobwhere=1300118>.
- Nebot, MR (2007). El ciclo del agua en una garrafa. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. AEPECT. Monográfico: Las aguas subterráneas*, 15(3), 333-340. Último acceso el 18 de marzo de 2012, desde: <http://www.raco.cat/index.php/ect/article/viewFile/121425/167875>.
- Oliva, J.M., Aragón, M.M., Mateo, J., & Bonat, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 453-470.
- Sanmartí, N., Burgoa, B., & Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique*, 67, 62-70.
- Scott, P., & Ametller, J. (2007). Teaching science in a meaningful way: striking a balance between opening up and closing down classroom talk. *School Science Review*, 88(324), 77-83.
- Tamir, P., & Woolnough, B (ed). (1991). *Practical Science. Practical work in school science: an analysis of current practice*, 13-20. Open University Press. Milton Keynes.

Uso de pruebas en la evaluación de un enunciado determinista

Puig, B. y Jiménez Aleixandre, M. P.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.

E-mail: blanca.puig@usc.es

Simposium: Desarrollo de las competencias científicas: uso de pruebas y autoevaluación del aprendizaje

RESUMEN

Este artículo forma parte de un estudio de uso de pruebas sobre el modelo de expresión de los genes en el contexto de evaluación de un enunciado científico. El uso y evaluación de pruebas constituye uno de los aspectos centrales en la argumentación y su desarrollo requiere de ambientes de aprendizaje adecuados y tareas específicas (Jiménez Aleixandre, 2008). La tarea aborda el uso de pruebas en la evaluación de un enunciado científico sobre las diferencias genéticas de inteligencia entre negros y blancos. Los estudiantes necesitan articular el uso de pruebas con el modelo de expresión de los genes. La cuestión analizada es: *Como usa el alumnado las pruebas sobre la interacción genes-ambiente en la evaluación de un enunciado?* Específicamente, examinamos las pruebas que proponen para evaluar el enunciado y en que medida son capaces de diferenciar las pruebas de las afirmaciones.

La investigación se enmarca en los estudios de argumentación sobre cuestiones socio-científicas y *la competencia en uso de pruebas* (Sandoval y Millwood, 2005). Los participantes son un grupo de 3º de ESO y dos grupos de universidad (N=76). Los datos recogidos incluyen los informes escritos y las grabaciones en vídeo y audio. Los resultados muestran que el alumnado presenta dificultades para diferenciar las pruebas y las afirmaciones y apuntan a la influencia de las representaciones sociales sobre las 'razas' a la hora de responder a una cuestión socio-científica.

Palabras clave

Argumentación, uso de pruebas, expresión de los genes, determinismo, representaciones sociales.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de una investigación de uso de pruebas sobre el modelo de expresión de los genes en la evaluación de un enunciado científico. La cuestión analizada es: *Como usa el alumnado las pruebas sobre la interacción genes-ambiente en la evaluación de un enunciado?* Específicamente, examinamos las pruebas que proponen y en que medida son capaces de diferenciar las pruebas de las afirmaciones.

MARCO TEÓRICO

El trabajo se enmarca, por una parte, en los estudios de argumentación y uso de pruebas por el alumnado (por ejemplo, Berland y Reiser, 2009; Sandoval y Millwood, 2005); y por otra, en los estudios que abordan el determinismo biológico, que son muy poco numerosos en el aula de ciencias (Levy, Selles y Ferreira, 2008; Molinatti, 2007).

Argumentación y uso de pruebas

El estudio de la argumentación es relevante en ciencias, entre otras razones, porque la construcción del conocimiento científico implica tanto la generación como la justificación de enunciados encaminados a la comprensión de la naturaleza de la ciencia (Jiménez Aleixandre, Bugallo y Duschl, 2000).

El nuevo currículo de Educación Secundaria Obligatoria de España y Galicia destaca la argumentación y el uso de pruebas en la definición general de competencias básicas y en la descripción general de los objetivos de las materias de ciencias (MEC, 2007). En la evaluación internacional PISA una de las tres competencias científicas que se evalúan es la de "usar las pruebas científicas", haciendo hincapié en el papel de las pruebas para extraer conclusiones (OCDE, 2006). El uso y evaluación de pruebas constituye uno de los aspectos centrales en la argumentación y su desarrollo requiere de ambientes de aprendizaje adecuados y tareas específicas (Jiménez Aleixandre, 2008).

La argumentación puede enmarcarse en la investigación educativa dentro de las prácticas científicas. Según autores como Kelly (2008) estas prácticas están relacionadas con las tres prácticas epistémicas de producir, evaluar y construir conocimiento. La competencia en uso de pruebas implica tanto extraer conclusiones adecuadas a partir de pruebas (argumentos justificados), como criticar argumentos en base a pruebas. Este artículo aborda el uso de pruebas en el contexto de evaluación de un enunciado científico. La práctica de uso de pruebas incluye una serie de operaciones que pueden ser distintas según los contextos argumentativos. En la evaluación crítica de un enunciado el alumnado necesita desarrollar criterios de evaluación del conocimiento relacionados con la presencia o falta de pruebas (Jiménez Aleixandre, 2010). Dicho de otro modo, ir de la conclusión a los datos.

El determinismo y las representaciones sociales sobre las 'razas' humanas

Este artículo aborda el análisis de una tarea de uso de pruebas en el contexto del modelo de expresión de los genes. Entender este modelo y saber aplicarlo requiere una comprensión adecuada de la noción de fenotipo y de la influencia del ambiente en la expresión de los genes. Existe consenso en la comunidad científica acerca de que el fenotipo es el resultado de la interacción genes-ambiente y no exclusivamente de los genes (Lewontin, Rose y Kamin, 2003).

El determinismo biológico constituye un ejemplo de este tipo de cuestiones socio-científicas. Se denomina determinismo biológico a la perspectiva que contempla las capacidades y desempeños de las personas como determinadas única y exclusivamente por sus genes. Esta perspectiva mantiene que existen diferencias de aptitud no solo a nivel individual, sino entre grupos humanos que explican su éxito o fracaso social y económico. El racismo es una forma de determinismo. La afirmación de Watson sobre las diferencias genéticas de inteligencia entre negros y blancos está apoyada en una de las principales premisas del racismo, que las 'razas' son esencialmente distintas no solo en su apariencia física, sino también en desempeños y capacidades como la inteligencia. Serge Moscovici (1961) propuso el concepto de representaciones sociales para nociones que son socialmente construidas. Pensamos que las representaciones sociales sobre las

'razas' humanas forman parte de esta categoría, y que influyen en las respuestas del alumnado en esta tarea. Para poder evaluar el enunciado de Watson y valorar críticamente las representaciones sociales es necesario que el alumnado desarrolle pensamiento crítico. El propósito es que construya su propia opinión sobre la noción de 'raza' humana, lo cual se conecta con los componentes de pensamiento crítico relacionados con la emancipación social (Jiménez Aleixandre y Puig, 2012)

A pesar de la importancia que tiene el determinismo debido a sus implicaciones sociales, se localizaron un escaso número de trabajos sobre esta cuestión en la enseñanza de las ciencias (Levy, Selles y Ferreira 2008; Molinatti, 2007). Sin embargo, no se localizó ningún estudio de argumentación y uso de pruebas sobre el determinismo. En relación a la revisión de los trabajos de argumentación en genética, ninguno aborda de forma específica el determinismo biológico. Dada esta escasa atención en la investigación en didáctica de las ciencias, decidimos abordar el modelo de expresión de los genes.

METODOLOGÍA

Muestra

Los participantes son un grupo de estudiantes de 3º de ESO (grupo A, N=24) y dos de universidad de 20-23 años cursando Magisterio en Educación Primaria (grupo B, N=35) y Biología (grupo C, N=17).

Instrumento de recogida de información

La tarea (anexo 1) requiere la coordinación de cuatro ítems relacionados con el modelo de expresión de los genes con el enunciado de Watson (*The Sunday Times*, 14 de octubre de 2007) sobre las diferencias innatas de inteligencia entre negros y blancos. Se le pedía al alumnado: a) evaluar cada uno de los ítems en términos de pruebas a favor o en contra del enunciado de Watson; b) identificar qué tipo de datos serían necesarios para probar que Watson lleva o no razón. Los estudiantes necesitan articular el uso de pruebas con el modelo de expresión de los genes.

El ítem 1, *atletismo*, presenta datos sobre el desempeño de los velocistas negros; el ítem 2, *mortalidad infantil*, presenta diferencias en este índice entre blancos y negros; el ítem 3, *malnutrición*, refleja los resultados de un estudio sobre la relación directa entre malnutrición infantil y problemas de desarrollo intelectual; el ítem 4, *gatos*, resume un estudio sobre la pérdida de percepción visual en los gatos al coserles los párpados. La expectativa de las investigadoras y del profesorado era que estos ítems fuesen identificados por el alumnado como pruebas de la influencia del ambiente en la expresión del genotipo.

La actividad se llevó a cabo en dos sesiones, una escrita y otra de debate oral. Los datos recogidos incluyen los informes escritos individuales y las grabaciones en vídeo y audio del debate oral del alumnado de secundaria. La identificación de los alumnos se hizo mediante pseudónimos.

Instrumento de análisis de datos

La metodología utilizada es el análisis del discurso (Gee, 2005), siendo las respuestas codificadas en base a la identificación de pruebas a favor o en contra de la afirmación de Watson. Los resultados presentados se corresponden con los del análisis de las respuestas escritas. La rúbrica construida fue refinada mediante varios ciclos de interacción con los datos.

RESULTADOS

Identificación de pruebas de la interacción genes-ambiente

Se analizan las respuestas a la pregunta cinco de la tarea (Anexo 1): *Que tipo de datos crees que serían necesarios para probar: a) que James Watson lleva razón? o b) que no lleva razón?* La tabla 1 resume los resultados. Para la construcción de la rúbrica se tuvieron en cuenta las respuestas escritas del alumnado. Las categorías son el resultado de un proceso iterativo de análisis de datos, y se corresponden con los distintos niveles de un *continuum* de mayor a menor coordinación las pruebas y el enunciado. Estas categorías pretenden indicar en que medida el alumnado comprende lo que es una prueba y una afirmación. Las respuestas se distribuyen en seis categorías, lo que indica que existen divergencias entre el alumnado sobre lo que es una prueba a favor o en contra de la afirmación de Watson.

	+ coordinación					- coordinación
Categorías	Reconocer datos de algún ítem	Estudios comparativos en ambientes similares	Test inteligencia	Análisis genes	Tautología	No diferenciar entre pruebas y afirmaciones
ESO (N=24)	1	6	4	4	1	8
MP (N=35)	8	11	1	2	—	3
BIO (N=17)	1	9	1	2	1	1
Total (N=76)	10	26	6	8	2	12

Figura 1. Resultados de la pregunta 5: Datos para apoyar/refutar la afirmación de JW.

Para reflejar las diferencias de coordinación, pensamos que las seis categorías podrían agruparse en cuatro bloques: colapsando en una sola las que revelan cierto grado de coordinación (las tres del lado izquierdo).

Como muestra la tabla 1 la categoría de mayor frecuencia de respuestas (26) es la de *Estudios Comparativos en ambientes similares*. Hay 12 alumnos que no responden a la pregunta.

La categoría *Reconocer los datos de algún ítem* es la que revela una mayor comprensión entre lo que es una prueba a favor o en contra de Watson. Se corresponde con el nivel más elevado de coordinación entre las pruebas y la afirmación. Un ejemplo es:

Llega con mirar para la pregunta 3 [ítem 3, desnutrición]: JW se equivoca al afirmar que la inteligencia de una persona depende de su raza (A3, Suso)

Creo que con los datos que se muestran aquí [ítems] ya es suficiente para tener serias dudas sobre la afirmación de Watson, y plantearse la influencia de los factores ambientales y no solo de los genéticos (C7)

La categoría *Análisis de los genes* se sitúa en un bloque distinto a las tres primeras, ya que a diferencia de éstas, no indica cierta comprensión por parte del alumnado sobre las diferencias entre pruebas y afirmaciones. Las respuestas de esta categoría muestran algunas diferencias en el nivel de coordinación como muestran estos dos ejemplos:

Los datos para probar que es verdad solo sería el ADN si es que se lo hizo a

mucha gente (Xoel)

Que descubra dentro de diez años, como el afirma los genes responsables de las diferencias en inteligencia (Trini)

Xoel presenta como prueba “a favor” estudiar los genes de la inteligencia sin dudar de su existencia, es decir, considera que la afirmación de Watson está basada en una prueba experimental ya realizada. En cambio, la respuesta de Trini cuestiona la existencia de estos genes, lo que indica que entiende que la afirmación de Watson tiene que ser probada.

Las respuestas de la categoría *No diferenciar entre pruebas y afirmaciones* no presentan ninguna prueba a favor o en contra de Watson, lo que revela que el alumnado tiene dificultades para diferenciar el papel de las pruebas y las afirmaciones.

Referencias a África

Del análisis de las respuestas escritas emerge una cuestión que no estaba prevista analizar: la identificación de negros como “africanos”, lo que se considera consecuencia de las representaciones sociales. Las informaciones del instrumento escrito hacían referencia a los negros, no a los africanos; excepto el ítem 1 (atletismo) en el que se mencionaba África para explicar el origen de los atletas estadounidenses. Sin embargo algunos alumnos identificaron a todos los negros que se mencionaban específicamente como estadounidenses en el enunciado de Watson y en los ítems 1 e 2, como viviendo en África. En la tabla 1 se resumen los resultados. Hay en total 13 referencias a África en las respuestas de 11 alumnos a los ítems 1, 2 e 3. Ocho de ellas son de los alumnos de secundaria.

Tabla 1. Referencias a África en las respuestas escritas del alumnado.

Grupos/ítems	Item 1 atletismo	Item 2 sanidade	Item 3 desnutrición	Total
ESO (N=24)	2 (A19, A22)	2 (A16, A19)	4 (A5, A9, A16, A18)	8
MP (N=35)	–	1 (B18)	2 (B5, B23)	3
Bio (N=17)	1 (C16)	1 (C11, C16)	–	2
TOTAL	3	4	6	13

Algunos ejemplos de respuestas en cada *item* son :

Item 1 (atletismo)

Non tiene que ver ya que segun tengo entendido esto se debe a que en África los niños, para soportar la extrema pobreza y la soledad, van corriendo a cualquier lugar, y esto a largo plazo influye en su capacidate atlética ... (Uxío, A22)

El hecho de que los afroamericanos tengan un poder físico superior a los blancos en el atletismo es un hecho histórico ya que provienen de esclavos traídos desde África y sometidos a trabajos forzosos en America por lo que solo los de mayor fuerza física sobrevivieron. Así se produjo una selección de los linajes más fuertes eliminando a los más débiles, pero esto no tiene que ver con el color de la piel sino con la historia. (C6)

Item 2 (sanidad)

No tiene relación porque lo que causa que haya tanta mortalidad infantil es que no hay buena higiene. Aunque esto puede estar relacionado indirectamente con la inteligencia yo creo que no porque quien tiene mucha culpa de que, por ejemplo África este así, la tenemos nosotros Europa; porque en el pasado explotamos África y luego la dejamos "tirada en la cuneta". Por eso ahora está así. (Silvio, A19)

Item 3 (desnutrición)

Si, porque las personas de color, la mayoría son africanas y no tienen comida, y la alimentación tiene que ver con el crecimiento del cerebro, y por lo tanto con la inteligencia. (Vicenzo, A5)

Se aprecian algunas diferencias en la forma de utilizar África como referencia. La mayoría menciona en la respuesta este continente como lugar donde viven todos o la mayoría de los negros. Silvio en la segunda parte de su respuesta a el ítem 2 lo hace para presentar un argumento de tipo ético.

Entendemos que una dimensión importante en estas respuestas es que revelan una representación social de las personas negras como esencialmente distintas a las blancas, representación que comprende distintos componentes, entre ellos el de pertenecer o habitar en el continente africano. Esto es así incluso cuando explícitamente en los *items* 1 y 2 se les indica que viven en otros lugares, como Estados Unidos. Por el contrario, en las personas blancas estadounidenses, que tampoco tienen antepasados nativos de América, sino de distintos lugares de Europa, no se hace referencia a este origen.

DISCUSIÓN

La pregunta de investigación tenía como objetivo determinar la capacidad del alumnado para aportar pruebas de la interacción genes-ambiente en relación con el enunciado de Watson y de diferenciar entre pruebas y afirmaciones. Las respuestas se distribuyeron en seis categorías correspondientes a los distintos niveles de un *continuum* de mayor a menor coordinación. Los resultados muestran que la categoría *Estudios comparativos en ambientes similares* es la de mayor frecuencia de respuestas, lo que indica que este alumnado identifica la influencia del ambiente en el desempeño cognitivo. Hay doce alumnos que no presentan ninguna prueba en relación con el enunciado de Watson, ocho de ellos de secundaria y cuatro de universidad, lo que revela dificultades para diferenciar entre pruebas y afirmaciones. Una cuestión que comprobamos en las respuestas escritas del alumnado es la influencia que tienen sus propias teorías en la forma de responder a una cuestión socio-científica. La identificación de los negros como "africanos". Las informaciones del instrumento escrito hacían referencia a los negros, no a los africanos; excepto en el *item* 1 (atletismo) en el que se mencionaba África para explicar el origen de los atletas. Entendemos que una dimensión importante en estas respuestas es que revelan una representación social de las personas de color negro como esencialmente distintas a las de color blanco, representación que comprende distintos componentes, entre ellos el de pertenecer o habitar el continente africano.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

En conclusión interpretamos estos resultados en términos de las representaciones sociales y de las dificultades para identificar el papel de las pruebas y el de las afirmaciones. Sugerimos que estos resultados apuntan hacia la necesidad de diseñar tareas en las que sea necesario movilizar ambas dimensiones del uso de pruebas: la del

metacognición y la de su práctica. Cabe investigar en que medida las representaciones sociales pueden interferir en el uso de pruebas.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, código EDU-2009-13890-C02-01. Al profesor Miguel Ríos Torre y al alumnado que participó en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Berland, L. K. y Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanations. *Science Education*, 93, 26-55.
- Gee, J. P. (2005). *An introduction to discourse analysis: Theory and method*. London: Routledge.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation learning environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education. Perspectives from classroom-based research*, (pp. 91-115). Dordrecht: Springer.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M.P., Bugallo Rodríguez, A. & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “Doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84 (6), 757-792.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In B. Fraser, K. G. Tobin, & Mc Robbie (Eds.), *Second international handbook of science education. Volume 2* (pp. 1001-1017). Dordrecht: Springer.
- Kelly, G. J., Regev, J. & Prothero, W. (2008). Analysis of the lines of reasoning in written argumentation. In S. Erduran, y M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education. Perspectives from classroom-based research*, (pp. 137-159). Dordrecht: Springer.
- Levy, R.S., Selles, S. E., Ferreira, M. S. (2008). Examining the ambiguities of the human race concept in biology textbooks: tensions between knowledge and values expressed in school knowledge. In M. Hamman et al. (Eds.), *Biology in Context: learning and teaching for the twenty-first century* (pp. 338-346). University of London. London.
- Lewontin, R.C., Rose, S. & Kamin, L. J. (2003). *No está en los genes. Racismo, genética e ideología*. Barcelona: Crítica.
- Ministerio de Educación y Ciencia (MEC). (2007). Real Decreto 1631/2006 Enseñanzas Mínimas Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5 de Enero, 677-773.
- Molinatti, G. (2007). *Médiation des sciences du cerveau. Approche didactique et communicationnelle de rencontres entre neuroscientifiques et lycéens*. Doctoral dissertation. Paris, Museum National d’Histoire Naturelle.
- Moscovici (1961-1976). *La psychanalyse, son image et son public*. Paris: Ed. PUF. (2ª edición).
- Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE). (2006). PISA 2006 Marco de la Evaluación: conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura. <http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/39732471.pdf>
- Sandoval, W. A. & Millwood, K. A. (2005). The quality of students’ use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23 (1), 23–55.

ANEXO 1

Extracto del cuestionario del alumnado

¿Hay pruebas para hablar de diferencias en la inteligencia entre personas blancas y negras?

El 14 de octubre de 2007 el especialista en genética James Watson, premio nobel en 1962 por el descubrimiento de la estructura del ADN declaró al *Sunday Times* que los negros son menos inteligentes que los blancos. “*Quien trata con empleados negros sabe que esto [que todas las personas son iguales] no es cierto*”. Afirmo que en unos diez años se podrían identificar los genes responsables de las diferencias en inteligencia.

Examina las siguientes informaciones e indica si apoyan, refutan o no se relacionan con las afirmaciones de James Watson (JW)

Las preguntas formuladas en cada ítem son las mismas (Nota: se repiten después de cada ítem)

A. ¿Tiene relación con la afirmación de JW? SI NO No lo sé

B. (Si tu respuesta es SI) Creo que:

..... Apoya la afirmación de JW Refuta la afirmación de JW Otra (indicar)

C. Explica tu elección

1. Durante los últimos diez años todas las medallas de oro de atletismo en 100 metros (y la mayoría de otras categorías) fueron ganadas por atletas estadounidenses de color negro (descendientes de un mestizaje de antepasados del oeste de África, y alrededor de un 30% de genes de antepasados blancos).

2. El porcentaje de bebés que mueren antes de cumplir un año (mortalidad infantil) es de 4 por cada diez mil nacidos en España, Francia, Holanda, etc. En Estados Unidos, (donde no hay Seguridad Social o medicina pública, habiendo solo medicina privada) es de 7 por diez mil, con estas diferencias: 5,7 por diez mil entre blancos y 14 por diez mil para negros.

3. Diversos estudios en Argentina y otros países latinoamericanos muestran la relación entre nutrición infantil y desarrollo intelectual. En los niños que sufren desnutrición crónica (hambre) y anemia hasta los 2 años el rendimiento intelectual en la escuela disminuye, no se concentran, repiten curso, y tienen problemas con el lenguaje. Parte de la explicación puede ser que el cerebro pesa unos 350 g al nacer y, con adecuada nutrición, debe aumentar hasta los 900g a los 14 meses.

4. Los neurocientíficos Wiesel y Hubel, premios nobel de medicina en 1981, mostraron que cosiendo los párpados del ojo de un gato recién nacido (impidiendo que se abrieran durante varios meses), al descoserlos los gatos se quedaban ciegos de ese ojo. Los órganos visuales estaban intactos, pero las conexiones nerviosas del cerebro no se establecían siendo imposibles de recuperar.

5. Que tipo de datos crees que serían necesarios para probar

a) que James Watson lleva razón

o b) que no lleva razón



Simposio 2

Propuestas para promover el desarrollo de las competencias científicas

Coordinadora: Anna Marbà Tallada

Comunicaciones:

Las estrategias del profesorado en el desarrollo de la competencia de indagación en el laboratorio. Autoras: Crujeiras Pérez, B., & Jiménez Aleixandre, M. P.

“¿De quién es la huella?”: usando pruebas para identificar a los dinosaurios. Autores: Blanco Anaya, P., Díaz de Bustamante, J. e Iglesias, T.

El uso de las controversias sociocientíficas como contexto para promover la transferencia de conocimientos científicos en la toma de decisiones. Autoras: Domènech, A. M., Márquez, C. y Roca, M.

Dificultades del alumnado al aplicar los conocimientos de ciencia en el análisis de un artículo de prensa: propuestas de mejora. Autoras: Oliveras, B., Márquez, C., Sanmartí, N.

Resumen

Las cuatro comunicaciones presentadas en este simposio se enmarcan en el proyecto de investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación que lleva por título *Promover el desarrollo de las competencias científicas en secundaria: componentes y metacognición*. Este proyecto tiene como objetivo investigar el desarrollo de las competencias científicas en secundaria.

La comunicación de Crujeiras Pérez y Jiménez Aleixandre analiza la influencia de distintas estrategias docentes en el desarrollo de la competencia de indagación, en el marco de una actividad de laboratorio con alumnos de 3º de la ESO. Dos grupos distintos de alumnos deben planificar y poner en práctica un diseño experimental para averiguar qué pasta de dientes era menos efectiva para prevenir la caries. Los resultados muestran diferencias notables en los docentes que influyen en la resolución de la actividad por parte del alumnado y en el desarrollo de competencias. Por ejemplo, el

profesor que centra su discurso en las instrucciones, convierte una actividad abierta en un guión para los estudiantes, dificultando así el desarrollo de las competencias científicas.

Blanco Anaya, Díaz de Bustamante e Iglesias analizan una propuesta didáctica en la que el alumnado de 1º de Bachillerato razona, mediante el uso de datos y pruebas, qué dinosaurios cumplen los requisitos para ser los protagonistas de las *icnitas* encontradas en un yacimiento paleontológico. La principal conclusión obtenida es que la estrategia de los estudiantes para resolver el problema es avanzar desde lo conocido a lo desconocido, es decir, al comienzo apoyan sus hipótesis con el tamaño y con el tipo de alimentación, pero a medida que prosperan en la resolución, su discurso evoluciona y toman conciencia de la necesidad de nuevos argumentos, por lo que integran el tiempo geológico de forma definitiva y decisiva para dar una conclusión contundente

Domènech, Márquez y Roca presentan los resultados de una propuesta didáctica acerca de la medicalización de la sociedad y los efectos secundarios de los medicamentos en alumnos de Bachillerato. Se evidencia que los alumnos no tienen problemas para identificar los puntos de vista que un farmacéutico expresa en una entrevista aunque sí que pueden tenerlos para reconocer e identificar las pruebas en las que los sustentan. También que los alumnos hacen referencia a los conocimientos científicos cuando llevan a cabo actividades enmarcadas en un contexto científico académico, si bien tienden a enfatizar otros aspectos cuando han de posicionarse ante situaciones cotidianas.

Oliveras, Márquez y Sanmartí analizan el posicionamiento de los estudiantes ante la información aportada por una noticia y el uso que hacen de la misma al escribir un texto argumentativo con estudiantes de 2º de ESO y de 1º de Bachillerato. Se detecta que la dificultad de activar los conocimientos de ciencia está relacionada con la dificultad en reconocer los datos o hechos significativos que aparecen en la noticia. También que los alumnos de ESO en el texto argumentativo final utilizan datos y argumentos fundamentalmente de la noticia, mientras que los de Bachillerato los utilizan de otras fuentes. La mayoría de los alumnos se creen toda la información escrita y solo un 10,3 % del alumnado es crítico con la información.

En resumen, es necesario promover el desarrollo de la competencia científica relacionada con el reconocimiento, uso y evaluación de pruebas ya que el alumnado presenta dificultades para reconocer las pruebas o evidencias en textos y actividades de laboratorio y para usarlas posteriormente para argumentar y tomar decisiones, independientemente de su nivel educativo. También reflexionar acerca de cómo el profesor gestiona la actividad para promover el desarrollo de esta competencia científica.

“¿De *quién* es la huella?”: usando pruebas para identificar a los dinosaurios

Blanco Anaya, P.¹, Díaz de Bustamante, J.¹ e Iglesias, T.²

¹*Dep. Didáctica de las ciencias experimentales, Universidad de Santiago de Compostela. paloma.blanco@usc.es*

²*IES N° 1 de Ribeira*

Simposio: Propuestas para promover el desarrollo de las competencias científica

RESUMEN

Se estudia la realización de una tarea enmarcada en la competencia científica, cuyo objetivo principal es que los estudiantes establezcan, mediante el uso de datos y pruebas, qué dinosaurios cumplen los requisitos para ser los responsables de las icnitas encontradas en un yacimiento paleontológico. Los participantes de estos estudios de caso cursaban 1º de bachillerato. En el análisis del discurso se presta especial atención a la secuencia del uso de pruebas que los estudiantes emplean para resolver el problema.

Palabras clave

Uso de pruebas, resolución de problemas, competencia científica, geología, icnitas.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se analiza cómo los estudiantes resuelven un problema científico mediante el uso de pruebas. La actividad (ver anexo) planteada a los estudiantes se enmarca en el estudio de icnitas (huellas de dinosaurios), para cuyo estudio Lockley (1993) afirma que se sigue un proceso que consiste en estudiar la geología del terreno en el que están inmersas las huellas y aspectos como el tamaño, la profundidad y su orientación, representándolas en un plano o en una réplica que facilite su interpretación. Ésta se realiza en un proceso de gran subjetividad, en el que se formulan numerosas hipótesis, hasta elegir la más pertinente.

Orientado en esta metodología, el problema propuesto consta de dos partes. En la primera parte, los estudiantes se enfrentaron a la secuencia de pisadas, donde la observación y la inferencia jugaban un papel esencial para interpretación de las mismas (Blanco y Díaz, 2011). En la segunda, donde el uso de la información proporcionada es la clave para resolver el problema, se les proponen cuatro dinosaurios (ver anexo) para que establezcan cuáles de estos candidatos fueron los responsables de dichas icnitas, empleando información de diferente naturaleza: características de las huellas, relaciones tróficas y tiempo geológico.

El objetivo del estudio es analizar a qué tipo de información dan mayor relevancia los estudiantes para emplearla como prueba en sus justificaciones.

USO DE PRUEBAS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La transposición didáctica de la ciencia de los científicos a la ciencia escolar, en el sentido de que los estudiantes resuelvan interrogantes, empleen datos como pruebas y apliquen los contenidos adquiridos, conlleva la aplicación de la resolución de problemas en el aula (de Pro, 2011). Este aspecto es compartido por autores como Díaz y Jiménez (1999), quienes aseguran que si queremos acercar a los estudiantes el trabajo científico la mejor forma de hacerlo es resolviendo problemas. Dicho esto, entendemos que “un problema es una tarea que, de entrada, no tienen solución evidente” (Caballer y Oñorbe, 1997).

Las estrategias que debe emplear el alumnado durante la resolución de un problema son muy diversas y dependen del tipo de problema planteado. Desde la perspectiva de Pozo y Gómez Crespo (1998), las tareas tienen carácter de problema cuando un estudiante tiene que emplear, o incluso diseñar, una estrategia que le permita solucionarlo. Mientras que, cuando se trata de dar respuesta a un ejercicio únicamente es necesaria la aplicación de la técnica como, por ejemplo, el uso de una fórmula matemática.

En el caso que nos ocupa, consideramos el problema como científico por el hecho de que en su resolución los estudiantes han de analizar las pruebas de forma similar a la comunidad científica para llegar a una conclusión. Esto quiere decir, que dicha estrategia requiere del uso de la argumentación, puesto que los datos y las diferentes conclusiones posibles, deben ser evaluadas mediante justificaciones que proporcionen consistencia a la solución.

La importancia de la argumentación en el aprendizaje de las ciencias está avalada por la OCDE (2006) al incluir en el informe PISA 2006 las “explicaciones científicas” dentro de los conocimientos sobre ciencias que deben poseer los estudiantes. Ello remarca la importancia de este uso de datos como pruebas, como parte de la metodología empleada por la comunidad científica en la elaboración de explicaciones.

La capacidad de relacionar los datos con las conclusiones, o bien evaluar enunciados teóricos, mediante pruebas es lo que entendemos por argumentación (Jiménez y Díaz, 2003). Su papel en la comunidad científica tiene como finalidad el crear argumentos con los que defender las distintas hipótesis o conclusiones (Jiménez, Bugallo y Duschl, 2000), de ahí que se justifique importancia dentro de la competencia científica.

Con el fin de concretar la terminología empleada en el presente trabajo, se entiende por *prueba* aquel dato integrado en una justificación con el que se pretende afirmar o negar una conclusión, de acuerdo con la definición de Jiménez Aleixandre (2010). Esto quiere decir que no todos los datos adquieren el rol de prueba, de modo que consideramos interesante ver cuáles de ellos son empleados por los alumnos para apoyar sus afirmaciones, de forma similar al estudio realizado por Jiménez-Aleixandre y Puig (2011), en el que se analizaron las pruebas empleadas por los estudiantes para dar una explicación causal a la velocidad de diversos atletas reconocidos a nivel mundial.

Aquí, se analiza cómo los estudiantes establecen cuáles de los cuatro dinosaurios propuestos son los protagonistas de la secuencia de icnitas. Para ello deberán hacer uso de los datos que se les proporcionan relacionados con el periodo geológico en el que vivieron, con su tamaño y peso y con su tipo de alimentación.

METODOLOGÍA

La actividad se llevó a cabo en un aula de 1º de bachillerato (16-17 años), que cursa ciencias para el mundo contemporáneo. Esta aula está constituida por 23 estudiantes, 7 chicas y 16 chicos, que se dividieron en 6 grupos.

Para resolver la tarea (ver anexo) ya descrita, los estudiantes disponían de 20 minutos, durante los que fueron grabados en audio y en video. Además, cada grupo entregó sus conclusiones por escrito.

El análisis de los datos obtenidos se centra en la secuencia de argumentos empleados por los estudiantes durante la resolución del problema, de forma análoga al análisis empleado por Jiménez-Aleixandre, Bugallo y Duschl (2000) y empleando el modelo de argumentación de Toulmin (1958).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En líneas generales, comprobamos que la tarea no supuso grandes retos para el alumnado, si nos centramos únicamente en la respuesta final al problema. No obstante, desde la perspectiva del uso de pruebas sí presentan ciertas dificultades al encararse a los datos referentes a la cronología concreta.

En detalle, analizamos tres de grupos (A, C, E), escogidos por ser los grupos que más se involucraron en la actividad propuesta, de los cuales se realizó la secuencia de los argumentos que emplean durante la resolución del problema (figura 1). Antes de profundizar en cada estudio de caso, hay que tener en cuenta que los estudiantes realizaron previamente las inferencias sobre lo que pudo pasar en la secuencia de icnitas, por ello en varias ocasiones hablan del individuo “grande” relacionándolo con las huellas grandes y del pequeño con las huellas pequeñas.

El *grupo A* comienza centrándose en el tamaño de los candidatos. Esto les lleva a su primera hipótesis, según la que el *Giganotosaurus* corresponde al dinosaurio de huellas grandes. Lo mismo ocurre con el pequeño, al relacionarlo con el *Hypsilophodon*:

Ángela L.14: “Son el primero [*Giganotosaurus*] y el último [*Hypsilophodon*]”

Ángela enseguida se percata de que si el *Hypsilophodon* corresponde al pequeño, entonces la cronología de existencia de ambas especies no concuerda:

Ángela L.33: “Ah! Pero no puede ser el primero [*Giganotosaurus*] porque una vez que es éste [*Hypsilophodon*] ya nada”

De modo que les quedan dos posibles candidatos para el dinosaurio de las huellas grandes, el *Baryonyx* o el *Utahraptor*, dilema que resuelven atendiendo al tipo de alimentación de cada uno, es decir, puesto que el *Baryonyx* “no es porque está en los peces” (Adela L. 36) queda descartada y Alberto (L.37) es quien enuncia la conclusión “los dos últimos”.

En el momento de escribir su conclusión, resulta que únicamente una integrante de este grupo es quien apoya su respuesta final con la prueba del periodo geológico, puesto que el resto de sus compañeros sigue considerando las otras pruebas como más relevantes.

En el caso del grupo C, sus integrantes empiezan descartando al Baryonyx por “comer pescado” (Celso, L.16). Continúan atendiendo al tamaño de los dinosaurios pero, con la diferencia respecto del otro grupo, de que este dato les sirve para justificar que el Hypsilophodon es el dinosaurio de huellas pequeñas “bueno de esto tenemos una cosa clara, que el pequeñito es éste de aquí [Hypsilophodon]” (Carlos L.19), de lo que Carlos (L.23) establece la estrategia: “Bah! Esto es fácil, el que mata y el otro tienen que ser del mismo año, no?”

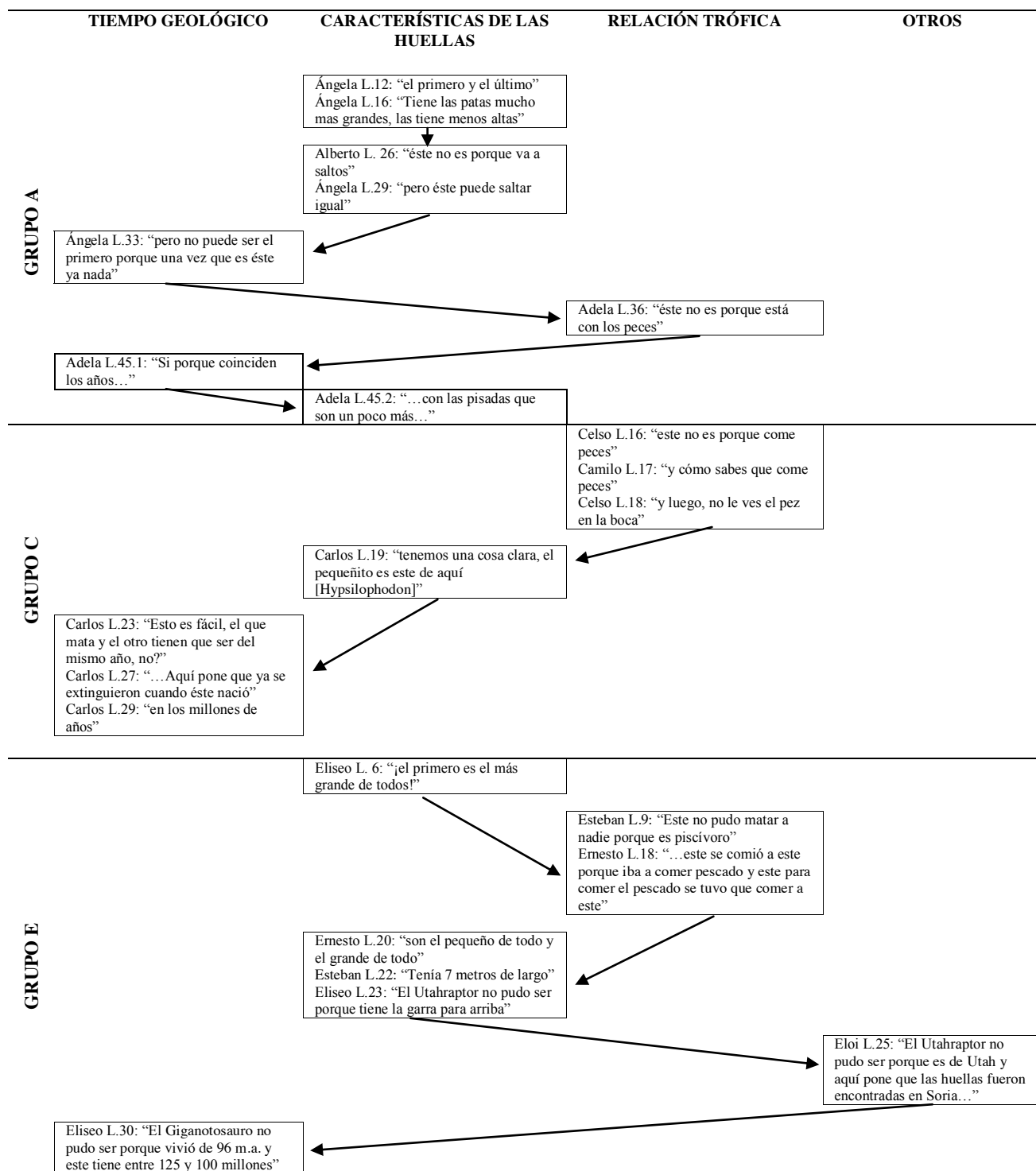


Figura 1. Secuencia de argumentos de los grupos A, C y E, en la resolución del problema.

Entonces, les quedan tres posibles candidatos: Giganotosaurus,2 Utahraptor2 y2 Hypsilophodon. Y en este momento es cuando toman en consideración el tiempo geológico, de modo que enseguida perciben que el periodo de tiempo en que vivió el Giganotosaurus no coincide con el Hypsilophodon, pero aunque la interpretación de este dato le permita descartar adecuadamente al Giganotosaurus:

Carlos L.43: “...ya descartamos esta posibilidad [Giganotosaurus], porque se tuvo que extinguir antes de que naciera éste [Hypsilophodon]”

Sin embargo, nos encontramos con un error en el uso de escala temporal, ya que consideran que cuando el Hypsilophodon vivía (125-100 m.a.) el Giganotosaurus (96 m.a.) ya se había extinguido, cuando lo que ocurre es todo lo contrario, el Giganotosaurus no había aparecido todavía.

En la respuesta escrita de este grupo se prioriza el tamaño de las pisadas como prueba importante, luego el tiempo geológico y finalmente dejan la prueba del tipo de alimentación para concretar su elección.

Finalmente, en el grupo E, Eliseo L.6 se fija en el tamaño “el primero es el más grande de todos”, sin embargo para Esteban (L.9) el aspecto más importante es el tipo de alimentación, por lo que no duda en rechazar a Baryonyx: “no pudo matar a nadie porque es un piscívoro”. Pese a que comentan principalmente aspectos relacionados con el tamaño, destaca la afirmación de Eloi (L.25) al descartar el Utahraptor por ser originario de Utah, afirmación que no se tiene en cuenta. Tras un intercambio de opiniones acerca del tamaño de los dinosaurios, Eliseo L. 30 afirma: “El gigantesauro no puede ser porque vino de 96 m.a. y éste tiene entre 125 y 100 millones [se refieren al Hypsilophodon]”.

Desde esa afirmación todos toman en consideración los datos del periodo geológico hasta que llegan a una conclusión: “el Utahraptor se comió al Hypsilophodon” (Esteban L.42). En la figura 2, se destaca el esquema de argumentación de Toulmin de este grupo, por ser uno de los más representativos.

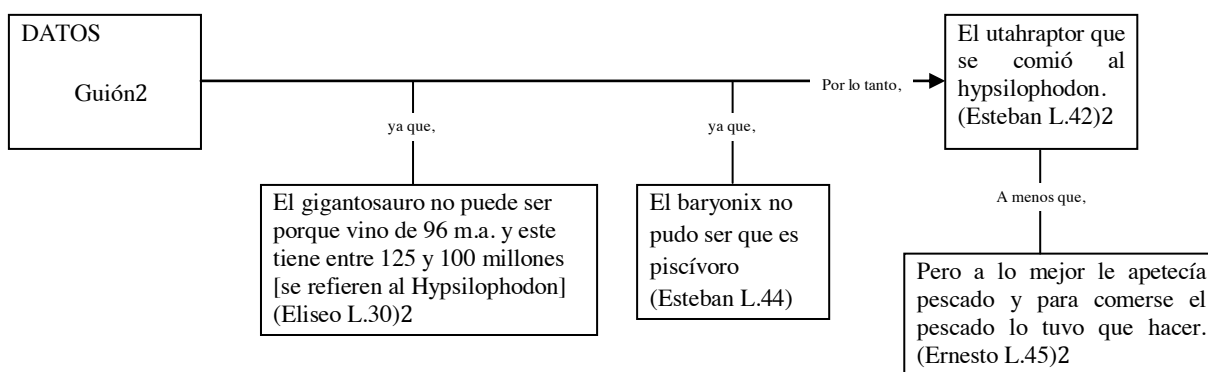


Figura 2. Esquema de Toulmin para el argumento final del grupo E.

Los integrantes del grupo E, al redactar su conclusión en el papel, destacan la relación carnívoro-herbívoro de los dinosaurios elegidos y luego la completan añadiendo que coinciden en el “límite temporal”.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

En referencia al objetivo del estudio, la principal conclusión obtenida es que la estrategia de los estudiantes para resolver el problema es avanzar desde lo conocido a lo desconocido, es decir, comienzan empleando aquellos datos bien conocidos por ellos como el tamaño y la categoría trófica, incluyéndolos en sus primeras justificaciones. A medida que prosperan en la resolución, su discurso evoluciona y toman conciencia de que no son suficientes esos criterios, por lo que integran el tiempo geológico de forma definitiva y decisiva para dar una conclusión contundente.

Esto no es de extrañar si tenemos en cuenta los resultados obtenidos por Grozter y Basca (2003) o Bravo (2012), en los que se comprueba que los estudiantes focalizan su atención en eventos concretos y activos, como las relaciones tróficas, en lugar de eventos abstractos y pasivos, como resulta para ellos el tiempo geológico. Pues el tiempo geológico es una de las dificultades con mayor permanencia en la enseñanza de la geología, pues así lo manifiestan numerosos estudios, por ejemplo, Pedrinaci (2001) y Peters y Mattiotti (2011).

Finalmente, concordamos con Ault y Dodick (2010) al considerar importante el aprender a utilizar el tiempo como herramienta para la indagación en las ciencias de la Tierra. Por ello, como implicación educativa más relevante destacamos que, debido a que el alumnado utiliza poco la noción de tiempo geológico e interpretan la escala cronológica invertida, proponemos el uso de problemas relacionados con la Estratigrafía y la Paleontología como fuente de recursos para trabajar este tipo de conceptos. En nuestra opinión, deben aprender a integrarlo como prueba en las explicaciones o argumentos relacionados con esta disciplina. Puesto que, como afirma King (2008), el aprendizaje de las ciencias de la Tierra desarrolla habilidades como una amplia perspectiva del tiempo y la comprensión e integración de conocimientos multidisciplinares.

BIBLIOGRAFÍA

- Ault, C. R., Jr. y Dodick, J. (2010). Tracking the Footprints Puzzle: The problematic Persistence of Science-as-Process in Teaching the Nature and Culture of Science. *Science Education*, 94(6), 1092-1122.
- Blanco Anaya, P. y Díaz de Bustamante, J. (2011). *Proposta didáctica para treballar a competència científica desde a construcció do coñecemento científico*. Comunicación presentada en el XXIV Congreso de ENCIGA, 17-19 de noviembre, A Fonsagrada (Lugo). *Boletín das Ciencias*, 37, 35-36.
- Bravo Torija, B. (2012). *El desempeño de las competencias científicas de uso de pruebas y modelización en un problema de gestión de recursos marinos*, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago.
- Caballer, M. J. y Oñorbe, A. (1997). Resolución de problemas y actividades de laboratorio. En: L. del Carmen (coord.) (pp. 107-132). *La enseñanza de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: ICE de la universidad de Barcelona/Horsori.
- Díaz de Bustamante, J. y Jiménez Aleixandre, M. P. (1999). Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 20, 9-16.
- Grozter, T.A. y Basca, B.B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding? *Journal of Biological*

Education, 38(1), 16-29.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A. y Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "Doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.

Jiménez Aleixandre, M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 359-378.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Puig, B. (2011). *The role of justifications in integrating evidence in arguments: Making sense of gene expression*. Comunicación presentada al congreso ESERA, Lyon (Francia), 5-9 septiembre.

King, C. (2008). Geoscience education: an overview. *Studies in Science Education*, 44(2), pp. 187-222.

Lockley, M. G. (1993). *Siguiendo las huellas de los dinosaurios*. Madrid: McGraw-Hill

OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación: conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana. Ministerio de Educación y Ciencia. Obtenido el 1 de julio del 2011 desde <http://www.oecd.org>

Pedrinaci, E. (2001). *Los procesos geológicos internos*. Madrid: Síntesis Educación

Peters Burton, E. y Mattiotti, G. K. (2011). Cognition and Self-efficacy of Stratigraphy and Geologic Time: Implications for Improving Undergraduate Student Performance in Geological Reasoning. *Journal of geoscience education*, 59(3), 163-173.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Pro, A. de (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias. En: P. Cañal (coord.) (pp. 9-28). *Didáctica de la Biología y Geología*. Madrid: Graó.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press.

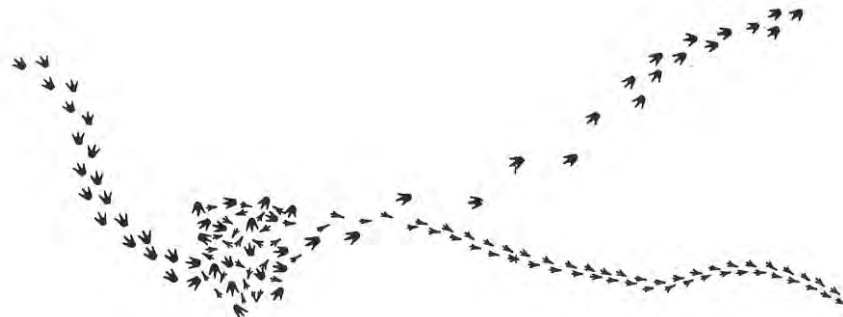
AGRADECIMIENTOS

Este estudio se engloba en el marco del Proyecto RODA (Razonamiento, Discurso y Argumentación), parcialmente financiado por el MICINN a través del proyecto "El desarrollo de las competencias científicas", código EDU2009-13890-C02-01.

Al alumnado de 1º de bachillerato del IES de Coroso (Ribeira), por su participación e implicación en la propuesta didáctica.

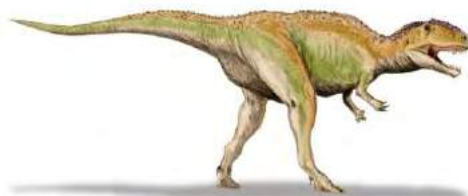
ANEXO: Actividad didáctica propuesta

Los alumnos de 1º de bachillerato, del IES Antonio Machado de Soria, encontraron un conjunto de pisadas en un yacimiento paleontológico próximo a la ciudad. Tras tomarles fotografías y analizarlas, no logran esclarecer qué ocurrió en esa secuencia de pisadas. Por este motivo decidieron enviar un dibujo de estas pisadas a diferentes IES de España para que otros alumnos/as les ayuden. Este conjunto de pisadas es el que se muestra a continuación:



1) Por grupos, debéis esclarecer qué ocurrió en esa secuencia de pisadas. Después, el conjunto de toda el aula deberá extraer una conclusión, que será la que se envíe como respuesta a los compañeros del IES de Soria. ¿Necesitaríais conocer alguna otra cosa?

El estudio geológico de la zona de las icnitas (= huellas de dinosaurios) pone de manifiesto que el origen de las icnitas sorianas se sitúa en el periodo conocido como Cretácico Inferior, es decir, entre unos 145 a 120 millones de años de la actualidad. En base a diversas características de estas pisadas, se barajan varias posibilidades sobre los dinosaurios protagonistas de esta historia que son:



Giganotosaurus: bípedo y carnívoro. Vivió a mediados del periodo Cretácico, hace unos 96 millones de años. Medía entre 12,2 y 13 metros de longitud y pesaba entre 6,5 y 13,3 toneladas.



Baryonyx: bípedo y piscívoro, que vivió en el Cretácico, hace entre 130-112 millones de años. Pudieron medir 10 m de largo y pesar 2 toneladas.



Utahraptor: bípedo y carnívoro, que vivió hace aproximadamente entre 145 y 100 millones de años. Medía 5-7 m de largo y pesaba 1 tonelada.



Hypsilophodon: bípedo y herbívoro, vivió en el Cretácico aproximadamente entre 125-100 millones de años. Medía unos 2 m y pesaba 70 kg.

2) Indicar basándoos en pruebas, a qué dinosaurios pensáis que pertenecen los individuos que originaron las pisadas.

Las estrategias del profesorado en el desarrollo de la competencia de indagación en el laboratorio

Crujeiras Pérez, B., & Jiménez Aleixandre, M. P.

Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais

Universidade de Santiago de Compostela

beatriz.crujeiras@rai.usc.es

Simposio: Propuestas para promover el desarrollo de las competencias científicas

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar la influencia de distintas estrategias docentes en el desarrollo de la competencia de indagación, en el marco del desempeño de una actividad de indagación en el laboratorio. La actividad fue realizada en 3º de ESO (N=41). Se analiza el discurso de dos docentes en función de las estrategias utilizadas para llevar a cabo la actividad. Para ello se elaboró una rúbrica con cinco categorías que representan los tipos de estrategias utilizadas. Se comparan las estrategias en cuanto al papel de los modelos, el apoyo a la indagación del alumnado y las normas de trabajo en el laboratorio.

Palabras clave

Indagación, competencias científicas, laboratorio, estrategias docentes, discurso

MARCO TEÓRICO Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Las actividades de indagación en el laboratorio son una parte fundamental de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y podrían contribuir a alcanzar los objetivos de los currícula españoles de ciencias, uno de los cuales, en todos los cursos se corresponde con la aplicación, en la resolución de problemas, de estrategias como formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y elaboración de diseños experimentales y análisis de resultados (MEC, 2006; 2007).

La indagación en el laboratorio requiere la movilización de conocimientos teóricos – y no solo de destrezas experimentales – para abordar los problemas (Crujeiras & Jiménez, 2012a). En nuestra opinión se corresponde con la competencia de “identificar cuestiones científicas”, ya que ésta implica según PISA (2007) la identificación y puesta en práctica de las *características y procesos principales de una investigación* científica. La indagación se puede realizar en contextos educativos distintos del laboratorio, pero éste es especialmente apropiado para llevarla a cabo.

Llevar a cabo actividades de indagación en el laboratorio requiere una gran implicación del profesorado en el proceso de ejecución de las mismas, independientemente del nivel educativo. En un estudio anterior (Crujeiras, Díaz, Gallástegui & Jiménez-Aleixandre, 2011) hemos analizado la puesta en práctica de otra actividad de laboratorio de indagación en un contexto auténtico, con alumnado de master. Se identificó el apoyo del profesor como un elemento crucial para que los participantes resolvieran con éxito la tarea.

En la literatura se sugiere realizar actividades de indagación en el aula, sugerencia que suscribimos, pero es necesario examinar las dificultades que plantea su puesta en práctica, no sólo para los estudiantes sino también para el profesorado. Entre estas dificultades se encuentran según Cheung (2007) a) la escasez de tiempo, ya que necesitan más tiempo que

las tradicionales porque los estudiantes tienen que planificar y diseñar los experimentos y no sólo realizarlos; b) la falta de confianza de parte del profesorado sobre la capacidad de los estudiantes para llevar a cabo investigaciones; c) las dificultades pedagógicas sobre cómo y cuándo intervenir en las diferentes etapas de la investigación.

Este estudio aborda la tercera de estas cuestiones, con el objetivo de contribuir a la identificación de un repertorio de estrategias que ayuden al profesorado a poner en práctica la indagación en el aula. Para los propósitos de este trabajo consideramos estrategias aquellas intervenciones orales y acciones del profesor encaminadas a facilitar a los estudiantes la ejecución de la actividad. Distintos estudios han propuesto estrategias para promover la indagación en el aula (Flick, 1998), han documentado procesos de formación del profesorado en la puesta en práctica de actividades de indagación en el laboratorio (van der Valk & De Jong, 2009) o han analizado cómo el profesor conduce una actividad de este tipo en el aula (Gallagher & Tobin, 1987). El objetivo de este estudio analizar diferentes estrategias docentes en una actividad de indagación en un contexto auténtico: el proceso de formación de la caries.

METODOLOGÍA

La metodología que se utiliza en este estudio es de tipo cualitativo, y se enmarca dentro de los estudios múltiples de caso, que se considera adecuada para explorar la complejidad del proceso de aprendizaje en una situación de aula o de laboratorio (Wolcott, 1992). Este estudio utiliza herramientas metodológicas de análisis del discurso. Coincidimos con Wickman y Östman (2002) en considerar el aprendizaje como procesos discursivos de construcción de significados, eligiendo como unidad de análisis las acciones (incluyendo las conversaciones). En este estudio se analiza el discurso de ambos profesores cuando se dirigían al grupo clase, identificando los episodios en los que utilizaban estrategias que influían en el desarrollo de la competencia de indagación, y la realización de la actividad por parte del alumnado.

Participantes y contexto

Los participantes son dos clases de 3º de ESO de dos centros educativos situados en zonas rurales. Los estudiantes de la clase I (N=20) no tenían experiencia previa en la realización de actividades de laboratorio de física y química; en el momento de la realización de la actividad sólo sabían pesar masas y medir volúmenes. El profesor es licenciado en Biología, con diez años de experiencia, y este curso imparte, además de Biología y Geología, Física y Química en 3º de ESO.

Los estudiantes de la clase II (N=21) estaban familiarizados con las actividades de laboratorio, habiendo llevado a cabo algunas en los cursos anteriores de ESO; además en este curso ya habían realizado una actividad en la que tenían que elaborar un diseño experimental sencillo. El profesor es licenciado en Química y tiene veinticinco años de experiencia.

Para la toma de datos se grabaron las sesiones en audio y vídeo, posteriormente fueron transcritas, utilizando seudónimos para respetar la intimidad de estudiantes y profesores. Para el análisis de los datos se utilizaron las transcripciones, dividiendo los turnos en episodios en función de la cuestión discutida (Gee, 2005), y los productos escritos de los participantes, en particular el informe de la actividad de laboratorio.

Diseño de la tarea

La tarea de laboratorio, a lo largo de dos sesiones consecutivas solicitaba a los estudiantes que planificasen y pusiesen en práctica un diseño experimental para averiguar qué pasta de dientes era menos efectiva para prevenir la caries. Para poder planificar la investigación, debían identificar la comparación de dos pastas de dientes como una investigación del

efecto de los iones fluoruro en la disolución de los carbonatos de los dientes. También debían identificar que este efecto podría medirse por la disminución de la velocidad de reacción entre conchas (que representan los dientes) y ácido clorhídrico (utilizado para simular el ambiente ácido que se crea en la boca después de comer alimentos azucarados) En el guión se le proporcionaban algunas indicaciones, por ejemplo que la reacción siempre tenía lugar con desprendimiento de gas y que cuanto menos efectiva fuese la pasta más rápido sería el desprendimiento de gas. La tarea se discute con detalle en otro trabajo (Crujeiras & Jiménez, 2012b).

La actividad se divide en cuatro fases:

1. *Presentación de la actividad.* El profesor introduce la actividad, relacionándola con otras realizadas previamente como una prueba PISA sobre la caries. Tanto en el ítem de PISA como en la actividad de laboratorio se presenta el modelo de aparición de la caries. Consideramos como modelo la representación de una idea, objeto o proceso, normalmente percibido como abstracto o complejo, que permite visualizarlo más fácilmente (Gilbert & Boulter, 1998).

La actividad comienza leyendo el guión, para asegurarse de que los estudiantes comprenden el propósito de la tarea, y comentando las dudas en gran grupo, estableciendo relaciones entre cada uno de los elementos del modelo simulado y los objetos o fenómenos del mundo físico relacionados con la aparición de caries. Esta parte requiere una gran implicación del profesor.

2. *Diseño del experimento.* El alumnado en pequeño grupo elabora el diseño, siendo el papel del profesor únicamente el de ayudar para resolver dudas, pero siempre teniendo presente el carácter indagativo de la actividad, y sin proporcionar instrucciones específicas.

3. *Puesta en común del diseño.* Cada pequeño grupo explica al resto su diseño y llegan a un acuerdo entre todos para realizar el más adecuado. El profesor debe actuar de moderador e igual que en la fase de diseño, ayudar a resolver dudas o conflictos entre los distintos diseños.

4. *Puesta en práctica del diseño.* El alumnado ejecuta el diseño acordado en la puesta en común. El profesor debe establecer las normas a seguir en el laboratorio, posibles turnos de uso del material, además de ayudar a resolver dudas.

ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los datos se elaboró una rúbrica que comprende cuatro categorías, que representan los tipos de estrategias utilizadas por los docentes. Dicha rúbrica se construyó a partir de la interacción entre la literatura y los datos. En la tabla 1 se indica el número de episodios identificados para cada estrategia y el porcentaje que representan respecto del total. Las categorías subrayadas en negrita se corresponden con las estrategias predominantes en el discurso de cada profesor.

Categoría	Profesor clase I Episodios (%)	Profesor clase II Episodios (%)
a) Papel del modelo simulado y relación con mundo físico	4(15,4)	3(14,3)
b) Instrucciones	17(64,4)	5(23,8)
c) Preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas	2(7,7)	12(57,1)
d) Normas laboratorio	3(11,5)	1(4,8)
Total	26	21

Tabla 1: Estrategias docentes utilizadas en la actividad de indagación.

La categoría *papel del modelo simulado y relación con mundo físico* se corresponde con aquellas estrategias utilizadas para contextualizar la actividad en el laboratorio, reflexionar sobre el papel del modelo e identificar la relación entre cada uno de los componentes utilizados en la simulación y el mundo físico.

La categoría *instrucciones* se corresponde con estrategias que cierran el nivel de indagación de la actividad, es decir, indican alguno de los pasos a seguir durante el desarrollo de la actividad. Además se incluyen aquí episodios en los que el profesorado da información inadecuada, lo que causa problemas al alumnado que realiza acciones poco adecuadas.

La categoría *preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas* se corresponde con estrategias que ayudan al alumnado a resolver la actividad sin suministrar informaciones concretas para la ejecución de la misma, sino facilitando que el alumnado llegue por sí mismo a dicha información.

La categoría *normas de laboratorio* se corresponde con intervenciones encaminadas a explicar cómo se trabaja en un laboratorio, incluyendo aspectos relacionados con la seguridad y manipulación de sustancias

Los datos recogidos en la tabla 1 indican resultados muy distintos entre la forma de actuar de los profesores. El profesor de la clase I centra su discurso en instrucciones (64,4% de los episodios), convirtiendo la actividad abierta en una actividad cerrada, en la que más que seguir el guión los estudiantes siguen sus indicaciones. En nuestra opinión esto no favorece el desarrollo de la competencia de indagación, ni la autonomía del alumnado.

El profesor de la clase II centra su discurso en preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas (53,3% de los episodios), facilitando al alumnado indicaciones que les permiten resolver la actividad por sí mismos.

Una vez resumido el conjunto, vamos a analizar las estrategias utilizadas por los docentes en cada fase de la actividad. Éstas se detallan en la tabla 2.

Fase 1: Presentación de la actividad		
Categoría	Profesor clase I Episodios (%)	Profesor clase II Episodios (%)
a) Papel del modelo simulado y relación con mundo físico	3(50,0)	2(50,0)
b) Instrucciones	2(33,3)	-
c) Preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas	-	2(50,0)
d) Normas laboratorio	1(16,7)	-
TOTAL	6	4
Fase 2: Diseño del experimento		
Categoría	Profesor clase I Episodios (%)	Profesor clase II Episodios (%)
a) Papel del modelo simulado y relación con mundo físico	-	-
b) Instrucciones	5(100,0)	-
c) Preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas	-	1(100,0)
d) Normas laboratorio	-	-
TOTAL	5	1
Fase 3: Puesta en común		
Categoría	Profesor clase I Episodios (%)	Profesor clase II Episodios (%)
a) Papel del modelo simulado y relación con mundo físico	1(12,5)	1(7,6)
b) Instrucciones	5(62,5)	5(38,5)
c) Preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas	2(25,0)	7(53,8)
d) Normas laboratorio	-	-
TOTAL	8	13
Fase 4: Puesta en práctica del diseño		
Categoría	Profesor clase I Episodios (%)	Profesor clase II Episodios (%)
a) Papel del modelo simulado y relación con mundo físico	-	-
b) Instrucciones	5(71,4)	-
c) Preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas	-	2(66,7)
d) Normas laboratorio	2(28,6)	1(33,3)
TOTAL	7	3

Tabla 2: Categorización de las estrategias docentes en cada parte de la actividad

Analizando las estrategias de ambos profesores en cada fase de la actividad encontramos diferencias más significativas.

En la fase 1 de la actividad la categoría predominante es el papel del modelo simulado y relación con el mundo físico (50% de los episodios para ambos profesores), algo que es lógico ya que se trata de la introducción y contextualización de la actividad.

En cuanto a las diferencias el profesor de la clase I explica el mecanismo de aparición de la caries como un proceso bacteriano, no prestando demasiada atención a la concentración de fluoruro de sodio. Mientras que el profesor de la clase II explica el mecanismo como una reacción química, concretamente como un ataque ácido, considerando el fluoruro de sodio como un elemento importante en la prevención de la caries.

En la fase 2 las diferencias se acentúan, ya que al tratarse de la fase de la elaboración del diseño experimental, sería de esperar poca intervención del profesor en el mismo. Así ocurrió con el profesor de la clase II, ya que sólo se identificó un episodio en el que interviene, y su intervención se limita a formular preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas.

En el caso del profesor de la clase I, el número de intervenciones es mayor (5) y se corresponden con instrucciones sobre el diseño. Debido a esto, en la clase I se cierra la actividad, indicando explícitamente pasos clave como la necesidad de utilizar una muestra control o la sugerencia de utilizar un globo para medir la producción del gas liberado en la reacción. En la clase II el profesor mantiene el carácter abierto de la actividad preguntando cómo es el diseño propuesto en cada pequeño grupo y qué es lo que van a hacer.

En la fase 3 de la actividad se registra el mayor número de intervenciones por parte del profesor, ya que se trata de la puesta en común. Aquí la categoría mayoritaria en el discurso del profesor I se corresponde con instrucciones (62,5% de los episodios) y en el del profesor II con preguntas o sugerencias de desarrollo de propuestas (53,8%).

En la clase I el profesor, cuando están hablando de los criterios para diferenciar una pasta de otra, adelanta el resultado de que uno de los globos que van a utilizar para medir la producción de gas liberado en la reacción entre las conchas lavadas con pasta de dientes y el ácido clorhídrico se va a levantar antes que el resto. De esta forma hace referencia a la rapidez (velocidad). En la clase II el profesor pregunta qué se mide con el globo y cómo van a medir el resultado.

En la fase 4 de la actividad, los estudiantes ponen en práctica el diseño experimental elaborado. Aquí se identificó la misma pauta, el profesor I proporciona mayoritariamente instrucciones y el profesor II preguntas o sugerencias. Por ejemplo, el profesor de la clase I indica la información y resultados que tienen que incluir en el informe escrito, mientras que en la clase II únicamente se dice que tienen que escribir los resultados. Además en esta fase, se esperaba que ambos docentes hiciesen referencia al modelo de formación de la caries, pero no se identificó ningún episodio.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Todas estas diferencias en las estrategias utilizadas por cada profesor conducen a resultados diferentes en la ejecución de la actividad por parte de los estudiantes. Así, en la clase I creemos que las instrucciones proporcionadas por el profesor limitan el desarrollo de la competencia de indagación, ya que los estudiantes proponen diseños similares en todos los pequeños grupos que incluyen las instrucciones proporcionadas. Además, una vez puesto en práctica el diseño, no interpretan, ni justifican los resultados obtenidos, en función del modelo de aparición de la caries. Todos los informes son idénticos y contienen solo las instrucciones que el profesor les dio. Mientras que en la clase II las estrategias utilizadas por el docente fomentan la indagación, ya que hay grupos que proponen métodos

alternativos para determinar la efectividad de las pastas en la fase de elaboración del diseño y en los informes escritos todos justifican los resultados en función de la velocidad de reacción (entendida por el alumnado como 'rapidez'). Además relacionan el efecto de cada pasta en la reacción con la concentración de fluoruro que contiene cada una y con los resultados obtenidos.

Pensamos que una de las posibles causas de estos resultados tan dispares puede ser debido a la distinta formación y experiencia de los docentes, ya que el profesor de la clase I no está habituado a trabajar este tipo de actividades en el laboratorio de química, sino más bien en contextos relacionados con la biología, además de tener menos experiencia docente que el profesor de la clase II. Esto coincide con lo indicado por Gess-Newsome & Lederman (1999), que indican que para enseñar ciencias como indagación y proporcionar a los estudiantes auténticas oportunidades de aprendizaje los profesores necesitan un conocimiento teórico de base profundo y muy estructurado sobre la disciplina a enseñar.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

En esta propuesta se analizaron las estrategias de dos docentes durante la implementación de una actividad de indagación en el laboratorio. Los resultados muestran diferencias notables en los docentes que influyen en la resolución de la actividad por parte del alumnado y en el desarrollo de competencias. En la clase I la actividad se convierte en una tarea cerrada en la que el alumnado sigue las indicaciones verbales del profesor. En la clase II el alumnado desempeña actividades propias de indagación como la participación activa en el diseño del experimento, toma de datos e interpretación de resultados para extraer conclusiones. Estas dos formas de actuar se corresponden con las identificadas en Hofstein, Shore & Kipnis (2004) quienes sugieren que para que los estudiantes practiquen la indagación en el aula, el profesor debe cambiar su estrategia docente desde la lección magistral ("teaching by telling") hasta escuchar las ideas de los estudiantes y sus preguntas ("listening to students' ideas and questions"). En nuestro caso el profesor I seguiría una estrategia más próxima a la primera y el de la clase II más próxima a la segunda. Puesto que las competencias se definen como la capacidad de aplicar conocimientos y destrezas a contextos distintos, sugerimos que la primera estrategia no ayuda al desarrollo de la competencia por el alumnado.

Estas diferencias pensamos que se deben a la diferente preparación de los docentes, ya que en la clase I el profesor no tenía formación en Física y Química y su experiencia docente era menor comparada con la del profesor de la clase II, que además tenía formación en Física y Química.

Sugerimos que para llevar a cabo este tipo de actividades en el aula o laboratorio, tal y como establecen los currícula, es necesario que el docente conozca las estrategias que favorecen la indagación. Esto debería trabajarse en la formación inicial y permanente del profesorado.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto EDU2009-13890-C02-01 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación. El trabajo de Beatriz Crujeiras Pérez está financiado por una beca FPI del MICINN, código BES-2010-031259.

BIBLIOGRAFÍA

Cheung, D. (2007). Facilitating chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work. *International Journal of Science Education*, 6, 107-130.

- Crujeiras, B., Díaz, J., Gallástegui, J. R., & Jiménez-Aleixandre, M.P. (2011). Challenges for contextualizing an open laboratory activity: Why do sliced apples turn brown? Poster presentado en ESERA Conference. Lyon (France), 5-9 de septiembre.
- Crujeiras Pérez, B., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2012a). Competencia como aplicación de conocimientos: ¿cómo evitar que se oscurezcan las manzanas? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 19-26.
- Crujeiras Pérez, B., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2012b). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la ciencia diseñando experimentos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* (en prensa).
- Flick, L. B. (1998). Teaching practices that provide cognitive scaffolding for classroom inquiry. ED442640. Recuperado el 23 de febrero de 2012, de http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED442640&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED442640
- Gallagher, J. J., & Tobin, K. (1987). Teacher management and student engagement in high school science. *Science Education*, 71, 535-555.
- Gee, J. P. (2005). *An Introduction to Discourse Analysis. Theory and methods*. New York: Routledge.
- Gess-Newsome, J. (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. In J. Gess-Newsomme & N. G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge* (51-94). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998). Learning science through models and modelling. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education* (53-66). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Ministerio de Ciencia y Educación (MEC) (2006). Real decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
- Ministerio de Ciencia y Educación (MEC) (2007). Real decreto 1567/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2007). PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world. Paris: OECD.
- Van der Valk, T. & De Jong, O. (2009). Scaffolding science teachers in open-inquiry teaching. *International Journal of Science Education*, 31(6), 829-850.
- Wickman, P. O., & Östman, L. (2002). Learning as discourse change: a sociocultural mechanism. *Science Education*, 86, 601-623.
- Wolcott, H. F. (1992). Posturing in qualitative inquiry. In M. D. LeCompte, W. L. Millroy, & J. Preissle (Eds.). *The Handbook of qualitative research in Education* (3-52). San Diego: Academic Press.

ANEXO I: Enunciado de la actividad de laboratorio (Extractos)

Las caries son un problema habitual entre los adolescentes. Se producen debido al medio ácido que las bacterias crean en la boca después de comer ciertos alimentos que contienen azúcares. Esa acidez provoca la disolución de ciertos compuestos (carbonatos) en los dientes debilitándolos. Para evitarlo los dentistas recomiendan lavar los dientes con pastas ricas en fluoruro de sodio (NaF), que retarda la reacción de disolución de los carbonatos, es decir la aparición de caries.

Se realizó una campaña de prevención de caries en los colegios en la cual se regalaban tubos de pasta de dientes (x e y). Pasado un tiempo se encontró que algunos de estos estudiantes tenían más caries que el resto a pesar de utilizar una de las pastas. Para evitar que aparezcan más casos es necesario averiguar cuál de las pastas de dientes es la que no funciona bien y así retirarla del mercado.

PARTE 1: DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Diseña un experimento que permita comprobar qué pasta es la menos efectiva. Para esto dispones de trozos de conchas de almejas (ricas en carbonato de calcio) como simulador de los dientes y ácido clorhídrico para simular el ambiente que se crea en la boca después de las comidas.

El uso de las controversias sociocientíficas y la lectura crítica para promover la transferencia de conocimientos científicos

Domènech, A. M., Márquez, C. y Roca, M.

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales.

Universitat Autònoma de Barcelona.

anama.domenech@gmail.com

RESUMEN

El uso de controversias sociocientíficas en el aula de ciencias como contexto es una de las iniciativas propuestas para orientar la organización de los currículums y diseñar actividades con el objetivo de promover que los alumnos adquieran la competencia científica. Este estudio forma parte de una tesis en la que se ha diseñado e implementado una unidad didáctica teniendo como eje la medicalización de la sociedad y el caso concreto del TDA-H con la finalidad de favorecer la transferencia de conocimientos científicos a la toma de decisiones en situaciones cotidianas y su posterior análisis. En esta comunicación nos centraremos en explicar el primer bloque de actividades de dicha unidad en la que se ha diseñado y realizado una actividad de lectura crítica sobre la medicalización de la sociedad con el objetivo de analizar las dificultades que muestran los alumnos al leer críticamente un texto, explicar científicamente los efectos secundarios de los medicamentos y al transferir esta información a la toma de decisiones. Los resultados de los análisis de la prueba piloto realizada en la que han participado 65 alumnos de primero de bachillerato de 2 institutos públicos de Barcelona muestran que los alumnos presentan dificultades en algunos puntos propios de la lectura crítica y que, aunque hacen referencia a los conocimientos científicos cuando llevan a cabo actividades enmarcadas en un contexto científico claro, algunos de ellos tienden a enfatizar otros aspectos (como la experiencia previa, los valores personales,...) cuando tienen que posicionarse ante situaciones cotidianas.

Palabras clave

Controversias sociocientíficas, toma de decisiones, lectura crítica, cuerpo humano como sistema, salud

INTRODUCCIÓN

Las controversias sociocientíficas en la educación científica

Una propuesta para favorecer la alfabetización científica consiste en utilizar las controversias sociocientíficas en el aula de ciencias como un contexto adecuado para contribuir a formar ciudadanos conscientes de los avances científico-tecnológicos y preparados para tomar decisiones responsables teniendo en cuenta tanto determinados conocimientos científicos como las consideraciones éticas y morales implicadas (España y Prieto, 2009).

Tanto a nivel nacional como internacional se ha reconocido la importancia de: a) estudiar los factores que influyen la toma de decisiones por parte de los alumnos en este tipo de situaciones ya que dichos factores también influenciarán sus futuras decisiones como ciudadanos, y, b) definir y poner en práctica estrategias que faciliten la transferencia del conocimiento científico a dichas decisiones.

Este último punto toma especial relevancia si tenemos en cuenta que, una de las finalidades principales del aprendizaje de conocimientos científicos, es que proporcione estrategias y recursos que posibiliten utilizarlos para analizar críticamente hechos que suceden en nuestro entorno y para tomar decisiones de actuación, individuales y colectivas, bien fundamentadas (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011). Pero, ¿Qué incluye el aprendizaje de los conocimientos científicos? Diferentes autores sostienen que este implica no sólo el conocimiento de los hechos, leyes y teorías científicas, sino que también incluye el conocimiento de la base epistémica de la ciencia y los distintos procesos que la caracterizan (Collins, Osborne, Ratcliffe, Millar, & Rick, 2003). Saber cómo se construye el conocimiento, cómo se justifica y cómo éste va cambiando y evolucionando a medida que aparecen nuevas pruebas, puede ser una herramienta que facilite que las personas puedan tomar decisiones bien fundamentadas, promoviendo así la alfabetización científica.

En las últimas décadas ha tenido lugar el uso y la incorporación de las controversias sociocientíficas en las aulas y en las investigaciones en didáctica. Entendemos por “controversias sociocientíficas” (*Socioscientific Issues*) aquellos dilemas sociales que inciden o tienen implicaciones en los ámbitos científicos (Kolsto, 2001a). Se trata de problemas socialmente relevantes que se caracterizan por conectar con el mundo real y ser abiertos, complejos y controvertidos como consecuencia de la falta de consenso científico y de la existencia de una respuesta única y definitiva ante el problema (Sadler, Barab, & Scott, 2007).

La dimensión controvertida asociada a la mayoría de estas situaciones es debida a diferencias sobre el contenido y la naturaleza de la ciencia tales como la percepción del riesgo, las interpretaciones de datos empíricos y las teorías científicas, así como el impacto social de la ciencia y la tecnología (Levinson, 2006). Es precisamente este carácter controvertido el motivo por el que, generalmente, tratar con este tipo de situaciones va unido 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.

Diferentes investigaciones se han centrado en estudiar las controversias sociocientíficas desde diferentes puntos de vista (Simmoneaux, 2007) como el estudio de: a) la relación entre estas situaciones y la naturaleza de la ciencia, b) conceptualización y toma de decisiones y c) evaluación de la información perteneciente a ellas y la influencia de la comprensión conceptual en el razonamiento y argumentación de los estudiantes.

Las controversias sociocientíficas como herramienta para trabajar la lectura crítica

En nuestro entorno es importante destacar también que los medios de comunicación y especialmente la prensa escrita u otros recursos escritos como Internet o las revistas, constituyen la principal fuente de información científica para la mayoría de adultos (Jarman, 2002). En estos medios donde la ciencia aparece de manera distinta a cómo suele mostrarse en las clases de ciencias y donde aparecen las controversias sociocientíficas con una frecuencia casi diaria, las opiniones suelen basarse en conocimientos científicos que los lectores necesitan conocer para poder analizar la información de manera crítica. Como esta información puede influenciar la forma de pensar de

las personas y sus comportamientos, es importante ayudar al alumnado a utilizar técnicas de lectura crítica para entender y evaluar las noticias (Oliveras et al, 2011).

La comprensión crítica de textos comporta asumir, que a menudo, el discurso no refleja la realidad con objetividad, sino que ofrece una mirada particular y contextualizada. El lector crítico examina la información y el conocimiento que aporta el texto, desde su perspectiva, lo discute y propone alternativas (Cassany, 2006).

Para analizar, interpretar y criticar un texto de contenido científico los estudiantes han de poder acercarse a los escritos con referentes científicos, a partir de un proceso interactivo-constructivista. Pero, activar el modelo o modelos teóricos asociados a la lectura de un texto con contenido científico no es fácil, ya que, generalmente son implícitos. Será por tanto necesario diseñar estrategias de lectura que ayuden a activar el modelo científico implícito (Oliveras y Sanmartí, 2009).

La toma de decisiones sobre controversias sociocientíficas

Se considera necesario investigar la toma de decisiones en estos contextos, especialmente, los factores que la influyen y las consideraciones que se tienen en cuenta para evaluar información científica contradictoria (Albe, 2008). Diferentes autores defienden que los estudiantes tienden a enfatizar experiencias o valores personales (Sadler et al, 2004), mientras que otros subrayan la importancia de las consideraciones epistemológicas o sociales (Ryder, 2002) y cuestionan el papel que desarrolla el conocimiento científico en este proceso.

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Partiendo del marco y contexto anteriormente presentados, en esta estudio se ha diseñado e implementado una actividad de lectura crítica sobre una controversia sociocientífica con la finalidad de favorecer la transferencia de conocimientos científicos a la toma de decisiones en situaciones cotidianas. Antes de detallar los objetivos de esta investigación, es importante señalar que la controversia sociocientífica seleccionada como contexto de nuestro estudio ha sido la medicalización de la sociedad, entendiéndose por este concepto, el proceso mediante el cual problemas o comportamientos humanos pasan a ser considerados y tratados como enfermedades o desórdenes (Conrad, 2007). Además, asumimos que es de especial relevancia facilitar que los alumnos utilicen el conocimiento científico para justificar y promover prácticas y comportamientos saludables (tanto individuales como colectivos) basándonos en el reconocimiento de la educación para la salud como objetivo de la educación científica y en el hecho que la salud es una de las dimensiones que frecuentemente se pueden identificar en las controversias sociocientíficas.

Los resultados de investigaciones previas acerca de las ideas que los alumnos tienen sobre el cuerpo humano muestran que los alumnos adquieren conocimientos acerca de los órganos y sistemas de nuestro cuerpo a diferentes edades pero, la mayoría de ellos, presentan dificultades para apreciar las interrelaciones existentes entre los diferentes órganos y sistemas (Reis y Tunnicliffe, 2001), es decir, entender que nuestro cuerpo actúa como un sistema donde todo está relacionado y utilizar estos conocimientos para explicar conductas de nuestra vida cotidiana que pueden suponer un riesgo para nuestra salud.

Centrándonos en esta relación entre entender nuestro cuerpo como un sistema constituido por diferentes entidades interrelacionadas entre sí y justificar conductas saludables, consideramos que es importante fomentar en el alumnado la construcción de una visión más holística del funcionamiento del cuerpo humano.

Por todo ello, nuestra propuesta consiste en analizar las dificultades que muestran los alumnos al leer críticamente un texto, explicar científicamente los efectos secundarios de los medicamentos y al transferir esta información a la toma de decisiones mediante los siguientes objetivos específicos:

- a) Explicar las dificultades con las que se encuentra el alumnado cuando tienen que identificar en una entrevista periodística los puntos de vista del autor y los datos y pruebas en las que los fundamenta
- b) Analizar como explican la existencia de los efectos secundarios los alumnos y si reconocen el cuerpo humano como un sistema cuando explican como actúa en nuestro cuerpo un analgésico común y como puede provocar los efectos secundarios.
- c) Describir los ámbitos a los que hacen referencia los alumnos cuando justifican decisiones personales sobre tomar o no medicamentos en situaciones cotidianas. *En este estudio por ámbitos nos referimos al tipo de información (social, científica, experiencias previas, valores...) a las que hacen referencia los alumnos en sus justificaciones.*
- d) Explicar si los estudiantes tienen en cuenta los conocimientos científicos estudiados cuando toman decisiones sobre medicarse o no en una situación cotidiana.

METODOLOGÍA

Recogida de datos

Para poder conseguir los objetivos de investigación anteriormente descritos, se ha diseñado una unidad didáctica (de 7 sesiones de 1 hora de duración cada una de ellas) relacionada con la medicalización de la sociedad y el caso concreto del TDA-H. Una vez diseñada, esta unidad se ha presentado a un grupo de expertos con la finalidad de garantizar su validez como instrumento de recogida de datos ya que el análisis se basará en las respuestas del alumnado a las distintas actividades que se plantean. Después de incorporar los cambios sugeridos y siguiendo con el proceso de validación, se procedió a realizar la prueba piloto en junio de 2011. En ella, participaron 65 alumnos de 3 grupos de primero de bachillerato de 2 institutos públicos de Barcelona, situados en Sabadell y Sant Cugat del Vallès respectivamente. Después del análisis preliminar de estos datos, se procedió a la realización de nuevos cambios con el objetivo de implementar esta unidad de nuevo en 7 institutos durante el período comprendido entre febrero y junio de 2012.

En esta comunicación presentaremos las 3 primeras sesiones basadas en un trabajo de lectura crítica y en el énfasis de los conocimientos científicos relacionados con la controversia sociocientífica seleccionada.

Descripción de la actividad

El primer bloque de actividades de la unidad didáctica diseñada está basado en la lectura crítica de una Contra de La Vanguardia y se ha desarrollada en tres sesiones de una hora de duración cada una de ellas. Su diseño se basaba en la lectura crítica de una entrevista a un reconocido farmacéutico y permitía distinguir las 3 fases que caracterizan el proceso lector. A continuación se describen las actividades desarrolladas en cada una de las sesiones (*Tabla 1*):

Sesión	Descripción de las actividades realizadas
1	<p>En la primera fase (fase previa) se pretendía activar las ideas previas del alumnado sobre los efectos secundarios de los medicamentos y sobre la información que encontrarían en el texto. Para ello, los alumnos debían explicar que les sugería y que opinaban del título “<i>los medicamentos curan o causan cualquier enfermedad</i>” y del subtítulo “<i>la diferencia entre un medicamento y un veneno radica en la dosis</i>” de la Contra donde el entrevistado comentaba las controversias asociadas a: los efectos secundarios de los medicamentos, el proceso de medicalización de la sociedad y la industria farmacéutica.</p> <p>Durante la lectura (segunda fase) se pretendía incidir en la identificación de los puntos de vista expresados por el entrevistado y las pruebas que aportaba como justificación de sus ideas. En esta fase también se preguntaba sobre las intenciones del autor y se discutía la formación académica de este y su grado de fiabilidad.</p>
2	<p>Después de compartir la información referente a los puntos de vista y las pruebas aportadas por el entrevistado, los alumnos, trabajando en grupo, tenían que reconocer los agentes implicados en la medicalización y proponer estrategias para hacer frente a esta tendencia actual. Al final de esta sesión y de manera individual, los alumnos realizaban una autoevaluación con el objetivo de facilitar la regulación de su aprendizaje al final del siguiente bloque.</p>
3	<p>Siguiendo con la tercera fase de actividades (las de después de la lectura) iniciada en la sesión anterior, aprovechando que en la Contra se mencionaba que la aspirina es el medicamento que a más gente ha matado (también es de los que más se ha utilizado), los alumnos leyeron un fragmento del prospecto de este medicamento y comentaron el contenido referente a los efectos secundarios y el nivel de comprensión del lenguaje utilizado por los expertos. Después de esta discusión y con el objetivo de conocer las ideas previas del alumnado sobre los efectos secundarios, los alumnos, individualmente, explicaron cómo creían que actúa la aspirina en nuestro cuerpo y qué sistemas están implicados en su acción. A continuación, compartieron dichas explicaciones y entre todos, con la guía e intervención del profesor, se construyó la explicación partiendo de la definición del dolor y de los procesos responsables de que lo sintamos. Para finalizar, después de contestar dos preguntas de síntesis, los alumnos decidieron si recurrirían a la medicación en situaciones cotidianas y justificaron sus decisiones.</p>

Tabla 1. Descripción de las actividades desarrolladas en cada una de las 3 sesiones que constituyen el primer bloque de la unidad didáctica diseñada.

Análisis de los resultados

De acuerdo con estudios similares (Oliveras et al, 2011; Wu y Tsai, 2007) y nuestros objetivos de investigación, en el análisis se ha recurrido a métodos cualitativos combinados con parámetros cuantitativos. En esta fase inicial, después de establecer las categorías siguiendo el método inductivo-deductivo, se ha calculado su frecuencia. En fases posteriores, se analizarán la influencia de diferentes aspectos en las respuestas del alumnado y la representación de los factores que en ellas aparecen, como por ejemplo, la especialidad de bachillerato que están cursando o el hecho de realizar algunas actividades de manera individual o en grupo.

Resultados preliminares

Respecto las dificultades en la lectura crítica, la fase inicial del análisis de los resultados muestra que la mayoría de los alumnos (85%) no tenían problemas para identificar los puntos de vista aunque el 15% tenía dificultades para identificar la idea principal del entrevistado ya que se limitaban a reproducir exactamente la información contenida en la entrevista. Además, también hemos detectado problemas en el reconocimiento e identificación de pruebas. Estos resultados coinciden con los de Oliveras et al (2011) en los que se interpretan estas dificultades a partir del hecho que la mayoría del alumnado está convencido que, la finalidad de un texto es informar y que esta información es neutra e imparcial. Los alumnos presuponen que un farmacéutico, es una persona informada, documentada y fiable, por tanto, sus ideas pueden ser consideradas científicas y fiables sin necesidad de fundamentarse en pruebas.

En referencia a los conocimientos científicos trabajados, y concretamente, a los efectos secundarios, hemos podido detectar que al inicio de la actividad, cuando los alumnos se posicionan ante el título y el subtítulo de la Contra, hacen referencia a distintos argumentos cuando explican la posibilidad de sufrir efectos secundarios. El 75% del alumnado justifican su aparición haciendo referencia al uso que hacemos de los medicamentos, un 54% habla del consumo de una dosis excesiva mientras que el 21% cita problemas relacionados con la automedicación o el uso de medicamentos que no son adecuados. El 25% de alumnos restantes hacen referencia a las diferencias que pueden aparecer en función de la persona (cada organismo reacciona de manera distinta), los relacionan con reacciones del sistema inmunitario o dicen que son propios de los medicamentos sin justificar su origen. En un análisis posterior hemos detectado que estas categorías se corresponden con las establecidas en otras investigaciones previas (De María et al., 2011) donde se analizan las creencias que los alumnos tienen en torno los medicamentos y el concepto de efectos secundarios.

Al final de la unidad, cuando los estudiantes explican la acción de la aspirina en nuestro cuerpo, podemos observar que la mayoría de ellos reconocen la participación de los diferentes sistemas implicados, explican bien su función pero algunos de ellos no mencionan de manera explícita la idea que nuestro cuerpo, globalmente, se comporta como un sistema, es decir, que estos sistemas de los que hablan actúan de manera interrelacionada y coordinada. Por otra parte, cuando tienen que justificar sus actuaciones en situaciones cotidianas en las que podrían recurrir a la medicación, aparte de mencionar algunos de los conocimientos científicos trabajados previamente, la mayoría de los alumnos tienden a enfatizar otros factores como las experiencias y valores personales.

En una fase más avanzada del análisis se pretende profundizar en la relación existente entre los ámbitos a los que se hace referencia en las justificaciones del alumnado y la capacidad de reconocer y justificar que delante un mismo problema existan opiniones distintas e incluso contradictorias con el objetivo de estudiar cómo se generan las decisiones en este tipo de contextos, el uso de las pruebas y la influencia del concepto de naturaleza de la ciencia en este proceso siguiendo estrategias utilizadas en estudios previos como Albe (2008).

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Esta comunicación permite una primera aproximación al diseño de unidades didácticas que promuevan la transferencia de conocimientos científicos a la toma de decisiones mediante el uso de dos estrategias internacionalmente reconocidas como la lectura crítica y el uso de controversias sociocientíficas. El análisis de las respuestas de las actividades de esta unidad permite profundizar en las dificultades que tienen los alumnos de primero de bachillerato al leer críticamente un texto y al relacionar conocimientos científicos con sus decisiones. Por otra parte, el hecho de facilitar la concepción de nuestro cuerpo como un sistema es de especial relevancia teniendo en cuenta los

resultados de investigaciones previas y la relación de estos conocimientos con la promoción de conductas y comportamientos saludables.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados de los primeros análisis realizados, los alumnos de primero de bachillerato de los dos centros participantes en este estudio no tienen problemas para identificar los puntos de vista que un farmacéutico expresa en una entrevista aunque sí que pueden tenerlos para reconocer e identificar las pruebas en las que los sustentan. Por otra parte, aunque los alumnos hacen referencia a los conocimientos científicos cuando llevan a cabo actividades enmarcadas en un contexto científico claro (como por ejemplo, explicar cómo actúa un analgésico común y cómo puede causar efectos secundarios en nuestro cuerpo), algunos de ellos tienden a enfatizar otros aspectos (como la experiencia previa, los valores personales,...) cuando tienen que posicionarse ante situaciones cotidianas. Estos resultados sugieren que se deberían realizar más actividades que promovieran una reflexión acerca de la necesidad de fundamentar las opiniones, tanto personales como de los expertos, en conocimientos científicos que puedan ser consideradas pruebas. Los siguientes estudios tendrán el objetivo de analizar las respuestas de los alumnos a las actividades del segundo bloque de esta unidad (basado en el TDA-H y en aspectos de la naturaleza de la ciencia) y la influencia que puede tener su realización en la transferencia de conocimientos científicos en la toma de decisiones y en la justificación de la ausencia de acuerdo científico ante dichas controversias sociocientíficas.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia SEJ2009-13890-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

- Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science Education*, 17, 805-827.
- Cassany, D. (2006). *Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea*. Barcelona, PA: Anagrama.
- Collins, S., Osborne, J., Ratcliffe, M., Millar, Robin, & Rick, D. (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.
- Conrad, P. (2007). *The medicalization of society. On the transformation of human conditions into treatable disorders*. JHU Press, 2007.
- De María, C.; Lussier, M. & Bajcar, J. (2011). What do children know about medications? A review of the literature to guide clinical practice. *Canadian Family Physician*. (57), 291-295.
- España, E., & Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: El contexto de los problemas sociocientíficos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 6(3), 345-354.
- Jarman, R., & 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(10), 997-1020.

- Kolsto, S. D. (2001a). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85, 291-310.
- Lederman, N.G. & Zeidler, D.L. (2007). Science teachers' conceptions of the nature of science: a review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224.
- Oliveras, B., Márquez, C. & Sanmartí, N. (2011). The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes, *International Journal of Science Education*, (11), 1-21.
- Oliveras, B., & Sanmartí, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico. *Educación Química*, 20(1), 233-245.
- Reiss, M.J. & Tunnicliffe, S.D. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, 31(3), 383-399.
- Ryder, J. (2002). School science education for citizenship: strategies for teaching about the epistemology of science. *Journal of Curriculum Studies*, 34(6), 637-658. Taylor & Francis.
- Sadler, T. D., Chambers, W. F., & Zeidler, D. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387.
- Sadler, T. D., Barab, A., & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391. Springer Netherlands.
- Sanmartí, N.; Burgoa, B. & Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas?. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 62-69.
- Simonneaux, L. (2007). Argumentation in socio-scientific contexts. In S. Erduran, & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education. perspectives from classroom-based research* (pp. 179-200) Springer Netherlands.
- Wu, Y.-T., & Tsai, C.-C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187.

Dificultades del alumnado al aplicar los conocimientos de ciencia en el análisis de un artículo de prensa: propuestas de mejora

Oliveras, B.,¹ Márquez, C.², Sanmartí, N.³

IES Joan Brossa¹, Departamento de Didáctica de las Ciencias. UAB² bolivera@xtec.cat

SIMPOSIO: EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS Y LOS FACTORES QUE LO FAVORECEN

RESUMEN

La lectura en clase de ciencias de artículos y textos de diferentes fuentes, así como su comprensión crítica, puede ayudar a los alumnos a conectar los conocimientos científicos que aprenden en las clases con el contexto real. A la vez, que posibilita la participación de los estudiantes en el discurso social en relación a temáticas científicas que los afectan directamente.

En esta investigación se analiza que sucede al implementar una actividad de lectura crítica, a partir de una noticia de prensa, en dos grupos de 2º de ESO y dos de 1º de Bachillerato del mismo centro. Concretamente, se analizan las dificultades que muestran los alumnos al aplicar sus conocimientos sobre energía en un contexto real. También se caracteriza el perfil de los estudiantes, desde la perspectiva de su posicionamiento ante la información aportada por la noticia, y el uso que hacen de la misma al escribir un texto argumentativo. Finalmente, se proponen algunas estrategias para ayudar a los alumnos a analizar críticamente el contenido científico de un artículo de prensa.

Palabras clave

Pensamiento crítico, enseñanza científica secundaria, contextualización y lectura crítica.

INTRODUCCIÓN

Una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias en la escuela es formar personas autónomas capaces de analizar críticamente la información y aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones diversas.

El alumnado muestra dificultades en analizar y comprender textos con contenido científico, aunque aparentemente disponga de los conocimientos científicos necesarios para entenderlos. Probablemente el gran reto que tenemos como educadores es que el alumnado sea capaz de transferir los saberes aprendidos en el aula al análisis de situaciones que se dan en contextos diversos. En este sentido, la prensa puede ayudar al alumnado a conectar los conocimientos que tienen (conocimientos escolares) a situaciones de la vida cotidiana. Tal como dice McClune & Jarman (2011), la capacidad de responder críticamente a los artículos de prensa con contenido científico es una característica importante de la literacidad científica, por lo tanto, es imprescindible ayudar a nuestro alumnado a leer e interpretar este tipo de textos. La literacidad científica pasa no sólo por recordar lo que dicen los textos con contenidos científicos sino también por

tener una posición crítica ante ellos. Leer significa comprender, interpretar, analizar y criticar los textos. Este es el sentido fundamental de literacidad (Norris y Phillips, 2003)

Estaríamos de acuerdo con Norris y Phillips (2003) en que estar alfabetizado científicamente, implica no solamente dominar las grandes ideas de las ciencias, sino también ser capaz de leer y escribir ciencia. Pero no es suficiente leer la información ya que es también imprescindible interpretarla y analizarla críticamente (Oliveras y Sanmartí, 2009).

Cabe entender la lectura como un proceso activo de construcción de significado a partir del texto, donde el lector de forma consciente hace interaccionar tres mundos diferentes (Olson, 1994): el mundo del lector, definido como las creencias conocimientos y emociones que éste tiene antes de leer un texto, el mundo del papel, conceptualizado como la comprensión del mundo, que viene definido en el texto, y el mundo exterior. El significado del texto no está en el propio texto, sino que cada lector/a debe construirlo a partir de sus referentes. Por lo tanto, la lectura depende de los conocimientos previos del lector y requiere contextualizar e inferir las intenciones del autor/a y la construcción activa de nuevos conocimientos (Yore, Craig y Maguire, 1998).

Los lectores pueden posicionarse epistemológicamente de diferentes maneras respecto a dicho texto:

- Adoptando una posición dominante, que permita que sus ideas previas condicionen la información del texto. Le llamaremos *mundo del lector*.
- Permitiendo que el texto condicione sus ideas previas y hagan interpretaciones en contra de ellas. Le llamaremos *mundo del papel*.
- Adoptando una postura crítica para iniciar una negociación interactiva entre el texto y sus creencias u opiniones con el fin de conseguir una interpretación que sea lo más consistente y completa posible (posición a evaluar en este trabajo). Le llamaremos *perfil crítico*.

La comprensión crítica de textos comporta asumir que, a menudo, el discurso no refleja la realidad con objetividad, sino que ofrece una mirada particular y contextualizada. El lector crítico examina la información y el conocimiento que aporta el texto, desde su perspectiva, lo discute y propone alternativas (Cassany, 2006).

Para analizar, interpretar y criticar un texto de contenido científico los estudiantes han de poder acercarse a los escritos con referentes científicos, a partir de un proceso interactivo-constructivista. Pero, activar el modelo o modelos teóricos asociados a la lectura de un texto con contenido científico no es fácil, ya que, generalmente son implícitos. Será por tanto necesario diseñar estrategias de lectura que ayuden a activar el modelo científico implícito (Oliveras y Sanmartí, 2009).

Leer críticamente los textos implica inferir, por ejemplo, la credibilidad de los datos y argumentos que aportan. Así, en un texto es necesario reconocer la ideología, el estatus y grado de certeza de los argumentos científicos que aparecen en él, diferenciando entre afirmaciones, hipótesis, especulaciones, predicciones, etc. (Cassany, 2006). Un texto no se puede analizar si no se establecen relaciones entre la comunidad del autor y la del lector (Wellington y Osborne, 2001; Marbà, Márquez, Sanmartí, 2009).

Nuestra propuesta consiste en aplicar los conocimientos de energía a través de la lectura crítica de un texto de periódico. Entendemos que leer es el resultado de una actividad

social compartida. Las estrategias de lectura cooperativa se han demostrado muy útiles tanto para estimular el placer por la lectura, como para aumentar las habilidades de orden superior, tales como criticar, analizar y juzgar (Márquez y Prat, 2005; Oliveras y Sanmartí, 2009).

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

El objetivo de la investigación se concretó en detectar las dificultades de los alumnos para activar y aplicar sus conocimientos sobre energía en la lectura y análisis de un artículo de prensa y definir diferentes perfiles de lectura crítica. Se analizó el tipo de texto argumentativo que escribían, tanto a nivel de datos numéricos como de estructura, para finalmente deducir propuestas sobre aspectos a tener en cuenta si se quiere favorecer el desarrollo de la capacidad de leer críticamente textos con contenido científico.

La innovación se aplicó en 2 clases de 2º ESO (61 alumnos) y 2 clases de Bachillerato (56 alumnos), una de letras y otra de ciencias, de un centro de Barcelona. La actividad se aplicó en la clase habitual de ciencias de 2º ESO y en la clase de Ciencias para el Mundo Contemporáneo en el caso de Bachillerato. En total participaron 117 alumnos. El nivel socio-cultural del alumnado era medio-alto con un 10% de inmigrantes.

Contexto y descripción de la tarea planteada

Se seleccionó un texto de prensa donde se trataban contenidos del tema de energía que se habían trabajado en el currículum de ESO de física y, en el de Bachillerato (BAC), sólo recientemente en el grupo de Bachillerato científico.

El artículo trataba de si el buscador Google contaminaba o no. Según el autor de la noticia la Universidad de Harvard había hecho un estudio que demostraba que Google contribuía al calentamiento global, dando muchos datos, tanto cuantitativos como cualitativos para validar la información y, por otro lado, también aportaba contraargumentos de Google.

A partir de este texto se elaboró una actividad encaminada a promover la lectura y el pensamiento crítico. Se tuvieron en cuenta las tres fases del proceso lector (antes, durante y después de la lectura), y se promovió la lectura cooperativa, la ayuda mutua y la co-regulación de las propuestas y producciones.

La actividad planteaba cuestiones para orientar la lectura y la reflexión así como para desarrollar el pensamiento crítico del alumnado. Estas cuestiones y las estrategias de lectura cooperativa aplicadas se elaboraron a partir de propuestas ya referenciadas en Oliveras y Sanmartí (2009) y Oliveras, Márquez y Sanmartí (2011). Los estudiantes estaban organizados en grupos cooperativos de 4 alumnos y la actividad se realizó durante febrero de 2010.

En la primera fase de la actividad (fase previa a la lectura) se pretendía activar las ideas previas del alumnado sobre el tipo y contenido del texto, y sobre los conocimientos de energía necesarios. Las preguntas, entre otras, eran del tipo: "Leed el título y mirad la imagen: ¿De qué creéis que va la noticia?", "¿Por qué lo leemos en clase de ciencias?, y finalmente se les pedía que expresaran por escrito de forma justificada su respuesta a la pregunta del título del artículo: "¿Google contamina?".

Durante la lectura se pretendía incidir en la regulación del proceso lector a partir de la lectura cooperativa en pequeños grupos. Los alumnos después de leer el artículo

respondían a una serie de preguntas, primero a nivel individual y posteriormente compararon sus redacciones con la de sus compañeros para hacer una redacción final conjunta. Las preguntas estaban dirigidas a reflexionar sobre el contenido de la noticia y analizar los diferentes puntos de vista que salían en el artículo: ¿Cuál es la afirmación inicial que hace el artículo? ¿Quién lo ha dicho?; ¿Cuál es el principal argumento que da el artículo para respaldar esta afirmación inicial?; ¿Qué datos o pruebas aporta el artículo para fundamentar el argumento?; ¿Qué argumentos da Google para contrarrestar los de la Universidad de Harvard?; ¿Qué datos o pruebas aporta Google para fundamentar sus argumentos? Y finalmente ¿A qué conclusión llega el artículo?

Entre la fase previa a la lectura y la fase de lectura (con el análisis y discusión de las preguntas) se ocuparon 2 sesiones de clase de 1 hora. La última fase (después de la lectura), con una duración de 3 horas, estaba diseñada para que el alumnado evaluara el fundamento científico de la noticia. Se pretendía que se analizara en el modelo de ciencia implícito en el texto, se discutiera sobre él -en pequeños grupos y posteriormente en todo el grupo-clase-, para finalmente realizar una búsqueda en Internet y poder validar o refutar los datos aportados por el artículo. Para realizar esta búsqueda tenían que decidir sobre la fuente más fiable, a partir de unos criterios de credibilidad que se habían trabajado con anterioridad.

El último día, y de forma individual, elaboraron un texto argumentativo, respondiendo a la misma pregunta que se les había formulado al principio, que correspondía al título del artículo (¿Google contamina?), a partir de una pauta que les animaba a plantear su idea, a formular las razones por la que la avalaban, y a pensar en posibles argumentos en contra de su idea y en las pruebas que aportarían para convencer a otros. Este texto final y el que habían escrito el primer día, han sido los que se han utilizado para su análisis en esta investigación.

Resultados

Los resultados muestran que a priori los alumnos tienen dificultades en activar los conocimientos de ciencia. A partir del título de la noticia "¿Google, contamina?", y el subtítulo "La Universidad de Harvard asegura que las búsquedas contribuyen al calentamiento global y el buscador lo niega", los alumnos no infieren de qué puede tratar la noticia. No hemos detectado diferencias significativas entre los alumnos de ESO y BAC ($p=0.559$), ni entre los alumnos de BAC de letras y de ciencias ($p=0$, 173) antes de leer el texto.

Un 67.5% del alumnado no activa sus conocimientos de ciencia al leer esta información, no detectando ninguna conexión entre los conocimientos sobre energía aprendidos en la clase y la lectura del texto ("*No puede ser que Google contamine ya que mucha gente lo utiliza*"). Un 22,2 % del alumnado identifica que se trata de un problema de energía, pero no nombra ningún concepto clave del tema "*Si porque gastamos energía cuando nos conectamos*". Un 3,4 % del alumnado identifica algunos conceptos claves del tema (hablan de refrigeración de los servidores) pero no relacionan la contaminación con la emisión de CO₂ "*creo que Google contamina mediante el efecto JOULE, que es lo que cargas eléctricas al moverse hacen electricidad pero una parte de electricidad se convertirá en calor*" (BAC). Un 6,8 de los alumnos identifican algunos de los conceptos clave del tema y justifican científicamente la relación entre el CO₂ y la quema de combustibles fósiles "*Si contamina porque los aparatos que lo hacen funcionar consumen energía. Según de dónde sale la energía, ésta contamina más o menos cuando se*

produce. Google transforma la energía, y también una parte de la energía se transforma en calor" (2ºESO). Ningún alumno, identifica y conecta los conceptos científicos claves que habían trabajado (fuentes de energía, transformación, degradación y transferencia).

Después de leer y trabajar el artículo en clase, un 86,9% de los alumnos de 2ºESO y 100% de los estudiantes de BAC verbalizan que es un problema de energía. Detectamos que hay diferencias significativas entre los estudiantes de ESO y BAC ($p < 0,001$). En cambio no hay diferencias significativas en los resultados de los estudiantes de Ciencias y letras ($p = 0,101$). Después de leer el texto, todos los alumnos escriben producciones mucho más extensas. Cabe destacar que solamente un 42,9% de los alumnos de BAC y un 26 % de los alumnos de ESO justifican científicamente la relación entre emisión de CO_2 y consumo de energía, relación que en ningún momento es explícita en el artículo. Hay algunos alumnos (16,1 % de BAC y 1,6 % de ESO) que identifican todos los datos relevantes del artículo. Estos alumnos son los que también, en el texto argumentativo final, conectan todos los conocimientos clave de energía que han trabajado.

En cuanto a las características del texto argumentativo final, los alumnos de ESO han escrito un texto argumentativo siguiendo la pauta planteada por el profesor. En cambio, los alumnos de BAC han utilizado sus conocimientos sobre argumentación de forma más autónoma. La mayoría de los alumnos de BAC (69,6%) escriben un texto de manera lógica, nombrando una tesis, unos argumentos encadenados, y deduciendo conclusiones coherentes con la tesis inicial y los argumentos aportados. En cambio, no utilizan ningún dato numérico para reforzar sus argumentos. Es posible que el hecho de que hayan realizado la actividad en la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo haya contribuido a que las producciones tuvieran un esquema de texto argumentativo bien elaborado, pero que en cambio priorizaran la argumentación a la fundamentación científica basada en datos. La gran mayoría de los alumnos de ESO utilizan, en el texto argumentativo final sólo los datos y argumentos del artículo. Muy pocos alumnos, tanto de ESO como de bachillerato, hablan de que Google necesita energía para refrigerar los servidores.

En el texto argumentativo final también hemos podido identificar diferentes perfiles de lectura crítica o posicionamientos diferentes. Los resultados muestran que no hay diferencias a nivel de perfil entre los alumnos de BAC de letras y ciencias ($p=0,564$), ni entre los alumnos de ESO y BAC ($p= 0,403$).

La mayoría de alumnos (70,9%) en el texto argumentativo priorizan la información del artículo (Mundo del papel). Estos alumnos aunque activan sus ideas sobre energía, no comparan los datos del texto con otras fuentes. Se fían de los datos que salen en el periódico, aunque en Internet hayan encontrado datos distintos. Y por tanto, en el texto argumentativo final hacen un resumen de los datos del periódico, que teóricamente provienen de la Universidad de Harvard.

El alumnado que está en el Mundo del lector (18,8%), aunque ha encontrado datos numéricos diferentes, tiene un posicionamiento inicial y no lo cambia, o bien porque son ecologistas, o bien porque están a favor de las nuevas tecnologías.

Solamente un 10,3% del alumnado es crítico con la información. El alumnado que hace lectura crítica contrasta los datos o pruebas aportados por el periódico con los encontrados en Internet y deduce su valoración a partir de sus conocimientos de ciencia. Estos alumnos se dan cuenta que hay diferencias en los datos de emisión de CO_2 que se indican en el artículo, que teóricamente provienen de la Universidad de Harvard, con los

encontrados en otras fuentes, y en el texto argumentativo final comentan estas discrepancias. Nueve alumnos de bachillerato encontraron en Internet el origen de la noticia, y en el texto argumentativo final hacen referencia a que fue el periódico "The Times" quien inició la polémica, ya que dio una información que no se ajustaba totalmente al estudio realizado por la universidad de Harvard.

Los resultados muestran que los alumnos más críticos con la información, son a la vez, los que tienen mejor nivel de ciencia, tanto en ESO como en bachillerato.

No hemos detectado relación entre el nivel de ciencia que tienen los alumnos y el tipo de datos que utilizan. A priori, pensábamos que el alumnado que tuviera mejor nivel de ciencia también utilizaría los datos cuantitativos más relevantes del artículo y los compararía con otras fuentes, pero hemos detectado que hay alumnos de nivel alto de ciencia que han escrito el texto argumentativo final sin ningún dato numérico.

Hemos detectado también grandes dificultades en identificar todos los hechos científicos relevantes implícitos en el texto. El alumnado identifica rápidamente algunos hechos, pero muestra dificultades para detectar otros, cómo por ejemplo que Google necesita energía para refrigerar sus servidores.

CONCLUSIONES

La lectura de este artículo ha ayudado al alumnado a conectar la ciencia escolar con el mundo real. Pensamos que la lectura de textos con contenido científico de diferentes fuentes tiene un papel fundamental en el aprendizaje de las ciencias, no sólo para mejorar la comprensión de fenómenos científicos sino también para ayudar al alumnado a desarrollar una serie de capacidades para desenvolverse en el mundo y poder discutir con argumentos científicos y con espíritu crítico problemas de relevancia social.

Las respuestas del alumnado muestran que, a priori, tienen dificultades en activar sus conocimientos de ciencias. Sin embargo, la actividad ha contribuido a dar pistas para pensar en el modelo estudiado y ser capaz de activarlo. En los artículos periodísticos y, en general, en los divulgativos, la ciencia es muy implícita, y los alumnos tienen que activar muchos conocimientos científicos para entender el fundamento de las informaciones, opiniones, críticas que se presentan., Es por este motivo que hay que trabajar en la clase de ciencias artículos de diferentes fuentes para ayudar a conectar la ciencia escolar con el mundo real. Está conexión no se hará de manera automática y, por tanto, será necesario diseñar actividades encaminadas a conectar las ideas de ciencias que se trabajan en los textos con su fundamento científico (Oliveras, Márquez y Sanmartí, 2011).

Se ha detectado que la dificultad de activar los conocimientos de ciencia está relacionada con la dificultad en reconocer los datos o hechos significativos que aparecen en la noticia. Si los alumnos no identifican todos los hechos relevantes del artículo (emisión CO₂, refrigeración de los servidores, necesidad de fuentes alternativas, eficacia energética...), difícilmente podrán analizar científicamente su contenido. Una propuesta, para mejorar la identificación de hechos, es que los estudiantes a través de un trabajo cooperativo y de interacción verbalicen, discutan y consensúen los hechos y datos que se identifiquen como relevantes.

Una vez identificados los hechos será necesario que relacionen cada uno de ellos con la idea o ideas científicas relacionadas, es decir, si Google emite CO₂ (hecho identificado), implica que la energía se obtienen de quemar combustibles fósiles (idea científica). Por

tanto, la actividad ha de promover que activen, interrelacionándolos, los conocimientos científicos que permiten interpretar la noticia, de forma que poco a poco el alumnado aprenda a hacerlo de forma más autónoma.

Valoramos cómo muy importante que la actividad finalice con la realización de alguna acción en la que los estudiantes tengan que comunicar las conclusiones a las que han llegado, argumentándolas. El hecho de hablar o escribir les ayuda a reorganizar e interiorizar sus ideas, teniendo en cuenta el modelo científico de referencia. La redacción del texto argumentativo final permitió detectar qué aspectos sobre el modelo energía habían activado los alumnos a través de los diferentes argumentos expresados (la combustión cómo fuente de energía y CO₂, la eficiencia energética, la transferencia y degradación de energía). Un aspecto que prácticamente no sale en los textos finales, es la transferencia de energía en forma de calor. Este hecho nos hace pensar que los alumnos no han construido este componente del modelo sobre el concepto energía, o no lo conectan con situaciones reales. Estaríamos de acuerdo con Papadouris (2008), en que es necesario trabajar la energía cómo transferencia de una parte del sistema a otro, y dejar el enfoque tradicional centrado exclusivamente en formas de energía.

Los alumnos de ESO en el texto argumentativo final utilizan datos y argumentos fundamentalmente del artículo que han leído. En cambio en bachillerato utilizan argumentos y datos de otras fuentes. Por lo tanto, creemos que es necesario que los alumnos de ESO realicen en la clase de ciencias búsquedas de información sobre un mismo tema en diferentes fuentes, para compararlas y contrastarlas con el fin de llegar a conclusiones. Este aspecto, que se trabaja habitualmente en Ciencias del Mundo Contemporáneo, no se acostumbra a trabajar de manera rigurosa en la clase de ciencias.

Los alumnos de bachillerato han escrito buenos textos argumentativos a nivel de estructura, pero en cambio, han dado muy poca importancia a reforzar sus argumentos con datos numéricos, tanto del artículo cómo de otras fuentes. Pensamos que el marco donde se realiza la demanda, en este caso, la clase de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, ha condicionado el texto final. Los alumnos han dado mucha importancia al tipo de texto que escribían, y muy poca a utilizar datos numéricos para reafirmar sus ideas cómo científicos. Sería necesario profundizar en la importancia de los argumentos cuantitativos cuando se trata de expresar una fundamentación científica.

En cuanto a los perfiles de lectura, cabe primero destacar que hay muy distintas aproximaciones (a favor de Harvard, a favor de Google, puntos de vista intermedios...). La mayoría de los alumnos, tanto de ESO cómo de BAC (70,9%), se creen toda la información escrita, aunque encuentren otros datos en Internet o en sus conocimientos de ciencia (Mundo del papel), solamente un 10,3 % del alumnado es crítico con la información (Perfil crítico) y el resto de los alumnos (18,8%) prioriza sus ideas sobre ecología o sobre nuevas tecnologías a la información que leen y, por tanto, se sitúan en el Mundo del Lector. Creemos que es muy importante que a nivel de centro se trabaje tanto la comprensión lectora como el análisis crítico de la información, ya que hemos visto que estas dos competencias no están directamente relacionadas.

En resumen, creemos, que para aplicar los conocimientos de energía a un texto, hay que tener el concepto de energía bien construido. El alumnado que ha interiorizado dicho concepto desde su complejidad, podrá identificar los hechos relevantes del texto y así activar sus ideas de ciencia. Pero no será suficiente interpretar científicamente el texto, hay que ayudarle también a adquirir una postura crítica frente a la información que leen y, en consecuencia, realizar actividades en las cuales se fomente la discusión, la reflexión y

el contraste de opiniones. Son dos condiciones necesarias si se quiere que nuestros alumnos adquieran los rasgos que debe tener un lector/a crítico, y a la vez sepan más ciencias y sean más competentes utilizando el conocimiento científico.

Finalmente incidir en la importancia de la valoración ya desde ESO y muy especialmente desde la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo de los datos cuantitativos en la construcción de las argumentaciones que se fundamentan científicamente.

AGRADECIMIENTOS

La investigación presentada se ha realizado en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU2009-13890-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

Cassany, D. (2006). *Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea*. Barcelona, PA: Anagrama.

Marbà, A., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2009). ¿Qué implica leer en clase de ciencias? Reflexiones y propuestas. *Alambique*, 59, 102-111.

Márquez, C., & Prat, A. (2005). Leer en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 431-440.

MCClune, B., & Jarman, R. (2011). From Aspiration to Action: A Learning Intentions Model to Promote Critical Engagement with Science in the Print-Based Media. *Research Science Education*, 41, 691-710

Norris, S.P., & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.

Oliveras, B., & Sanmartí, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico. *Educación Química*, 20(1), 233-245.

Oliveras, B; Márquez, C; Sanmartí, N. (2011). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, DOI:10.1080/09500693.2011.586736

Olson, D. R. (1994). *The world on paper*. Cambridge, PA: Cambridge University Press.

Papadouris, N., Constantinou, P. & Kyratsi, T. (2008). Students' Use of the Energy Model to Account for Changes in Physical Systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 4, 444-469.

Paul, R., & Elder, L. (2006) A Guide for Educators to Critical Thinking Competency Standards. *Foundation for critical thinking*. Último acceso el 20 de enero de 2010, desde http://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf

Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, PA: Open University Press.

Yore, L.D., Craig, M.T., & Maguire, T.O. (1998). Index of science reading awareness: An interactive constructive model, text verification, and grades 4-8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 27-51.



Comunicaciones orales y Pósteres

Las **líneas temáticas** que se han definido para este Encuentro son:

1. ¿Qué estamos haciendo en el Máster de Secundaria?

Investigaciones o experiencias de interés relacionadas con la formación, en Didáctica de las Ciencias Experimentales, del profesorado de Educación Secundaria, en el marco del Máster en Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato.

2. Investigación en enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Trabajos de investigación relacionados con la comprensión y la mejora del aprendizaje del conocimiento científico, así como al desarrollo o aplicación de marcos teóricos y metodologías de investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

3. Experiencias innovadoras en el aula de ciencias

Descripción de proyectos y experiencias innovadoras en el ámbito de las ciencias.

4. Ciencias, Enseñanza, Sociedad y Género

Trabajos asociados al estudio de las relaciones entre la ciencia, el aprendizaje del conocimiento científico y la sociedad actual (implicaciones, efectos, visibilidad de la ciencia, aprendizaje informal, alfabetización científica, género, etc.)

5. Otros

Trabajos asociados a la Didáctica de las Ciencias Experimentales, no incluidos en las anteriores líneas temáticas.

Comunicaciones orales

El aprendizaje por investigación en ESO: creencias del profesorado en ejercicio y en formación

Abril, A.M., Ariza, M.R., Quesada, A. y García, F.J.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén.
amabril@ujaen.es

RESUMEN

Las creencias epistemológicas y didácticas del profesorado determinan en gran medida su forma de proceder en el aula; así mismo, esta actuación en el aula se puede ver matizada por la formación que hayan recibido. Por otro lado, el aprendizaje basado en la investigación (IBL) es una metodología que ha mostrado ampliamente sus beneficios sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Así pues, en este trabajo se muestran las creencias que tanto el profesorado en ejercicio como en formación tienen sobre esta metodología, su implementación en el aula y las necesidades formativas del profesorado al respecto. Los resultados indican diferencias significativas entre las dos poblaciones. El análisis crítico y reflexivo de estas diferencias puede revelar aspectos clave para promover y apoyar de forma más eficaz la implementación de metodologías innovadoras para la enseñanza de las ciencias

Palabras clave

Creencias del profesorado, aprendizaje por investigación guiada, profesorado en formación, profesorado en ejercicio.

INTRODUCCIÓN

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, indican que existe un descenso alarmante en el interés de los jóvenes por los estudios de ciencias y matemáticas, lo que 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).

Los orígenes de esta situación pueden encontrarse, entre otras causas, en el modo de enseñar ciencias. La práctica docente, por tanto, debe de ser uno de los objetivos de la investigación didáctica ya que ésta influirá en la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas (The Gallup Organization, 2008; Gago, 2004).

Tal y como indicaba Shulman (1986), el docente además del conocimiento sobre el contenido y sobre psicopedagogía general debe de desarrollar un conocimiento sobre cómo enseñar su materia de la mejor manera posible, lo que denominó “conocimiento didáctico del contenido (CDC)”. Algunos autores indican que este CDC es una estructura única fruto de dos aspectos diferenciados: la componente estática

(conocimientos académicos independientes de la persona y del contexto) y la componente dinámica (conocimientos, creencias y actitudes con implicación y reflexión personal y sobre la práctica) (Mellado, 1996). En el profesorado, estas componentes se encuentran en diferente grado de desarrollo, según su experiencia profesional, siendo el profesorado en ejercicio el que tiene más desarrollada la componente dinámica (y por tanto así el CDC), mientras que en el profesorado en formación la componente estática predomina.

Como se ha indicado anteriormente, uno de los pilares de las prácticas docentes son las creencias del profesorado; lo que el profesorado crea y conozca (lo que algunos autores han venido a llamar el conocimiento práctico del profesor) es lo que más influye en el tipo de docencia que imparta (Duffee y Aikenhead, 1992). Según Guskey (2002), cualquier programa de desarrollo profesional para el profesorado que no tenga en cuenta sus creencias y sus prácticas es muy probable que no tenga éxito.

Por otro lado, el aprendizaje por indagación o investigación guiada, conocido también por sus siglas en inglés como IBL (Inquiry Based Learning) ha sido reconocido por la Unión Europea como la metodología idónea para mejorar la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. (European Commission, 2008; European Commission, 2011; National Research Council, 2000). El IBL ha mostrado ampliamente sus beneficios sobre la motivación de los estudiantes, el desarrollo de competencias y la comprensión conceptual de contenidos fundamentales de ciencias (Minner et al., 2010). Atendiendo a estas evidencias, un mayor uso del IBL en las escuelas constituye una aproximación clave para promover la mejora del aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos que se realizan en este sentido, el uso del IBL es todavía escaso en las prácticas de enseñanza.

Por todo lo anteriormente expuesto, los 12 países que participan en el proyecto PRIMAS (Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education across Europe), dentro del 7º Programa Marco, pretenden promover el uso de pedagogías relacionadas con IBL, con la intención de incidir en el descenso alarmante del interés por las ciencias y las matemáticas de los estudiantes. Para ello, en el seno del proyecto se han diseñado acciones para apoyar el desarrollo profesional del profesorado. Dichas acciones parten de un estudio previo de las creencias del profesorado tiene, fruto tanto de su formación como de su actividad profesional en el aula.

En el presente trabajo se analizan las creencias del profesorado español en tres dimensiones fundamentales: i) su formación profesional, ii) el IBL, iii) la implementación del IBL en las aulas. Este estudio proporciona una información que podría orientar una forma de actuar para apoyar el uso de metodologías docentes innovadoras a través de la formación del profesorado.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Para determinar las creencias del profesorado, tanto en formación inicial como en ejercicio se les ha realizado un test con escala tipo Liker (1, totalmente desacuerdo; 4 totalmente de acuerdo; anexo I) a 47 profesores en ejercicio y 36 estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (en adelante Máster en Profesorado) de la Universidad de Jaén. El profesorado en ejercicio pertenece a diferentes Centros de Educación Secundaria Obligatoria de la provincia de Jaén (53% mujeres y 47% hombres); la mayoría (62%) cuentan con una experiencia como docentes de más de 10

años. Con respecto al profesorado en formación, se trata de estudiantes (58% mujeres y 42% hombres) del Máster en Profesorado de dos promociones consecutivas (2010/2011 y 2011/2012) durante la impartición de la materia Aprendizaje y enseñanza de la Biología y la Geología II, cuando aun no habían realizado prácticas en los Centros educativos.

Sobre la formación permanente

Según se indica en el apartado anterior, el test que se adjunta como anexo ha sido respondido por dos muestras de dos poblaciones diferentes, profesorado en formación y profesorado en ejercicio. Para cada ítem se ha calculado el porcentaje de individuos que han contestado 3 o 4 (“de acuerdo” y “completamente de acuerdo” respectivamente); en las figuras 1, 2 y 3 se muestran las diferencias entre estos porcentajes en cada una de las poblaciones para cada uno de los ítems del cuestionario agrupados por dimensiones. Puesto que se representa la diferencia entre la puntuación del profesorado en formación y la del profesorado en ejercicio, las barras en la parte superior de las figuras indican que, para ese ítem, el profesorado en formación ha dado respuestas “de acuerdo” o “completamente de acuerdo” en mayor medida que el profesorado en ejercicio; al contrario, las barras en forma invertida indican que, para ese ítem, el profesorado en ejercicio ha dado respuestas “de acuerdo” o “completamente de acuerdo”, en mayor medida que el profesorado en formación.

En la figura 1 se representan los datos obtenidos para la dimensión “Formación permanente”, y los ítems incluidos pretenden explicitar las creencias del profesorado sobre diferentes aspectos de la Formación permanente.

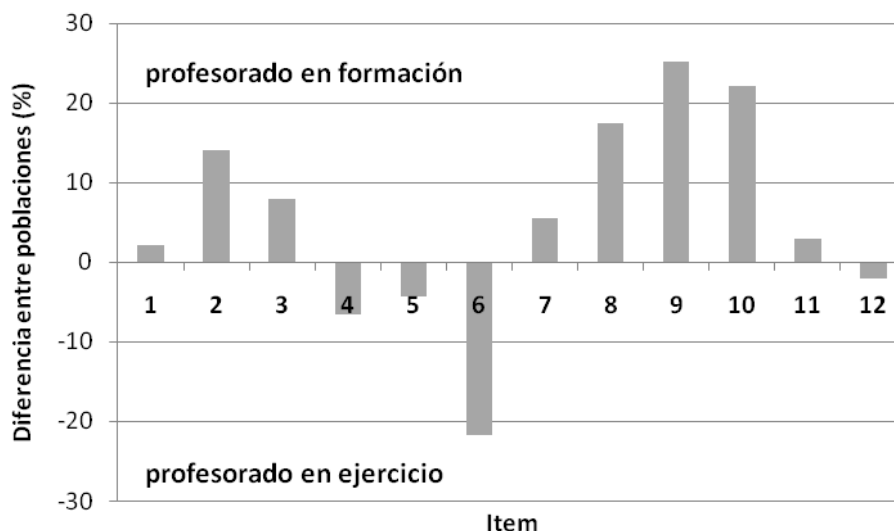


Figura 1.- Diferencia en porcentaje entre las creencias del profesorado en formación y el profesorado en ejercicio con respecto a la formación permanente.

Se puede observar que el profesorado en formación en general cree que la formación permanente podría resolverle: actualizar sus conocimientos sobre determinada materia (ítem 9), incrementar su seguridad como docentes (ítem 10), su motivación (ítem 8) y su satisfacción profesional (ítem 2). Por otro lado, son más optimista que el profesorado en ejercicio en cuanto a la utilidad que le podrían dar a estas acciones formativas (ítem 6).

Sobre el aprendizaje por investigación

Uno de los objetivos del proyecto de investigación citado previamente es el promover el uso de metodologías como el IBL. Esto unido al hecho de que cualquier acción formativa solamente sería exitosa si se parte de las ideas previas del profesorado nos ha llevado a incluir la dimensión “Aprendizaje por investigación guiada” en el cuestionado que, tanto el profesorado en formación como en ejercicio han respondido. En la figura 2 se comparan las respuestas de ambas poblaciones para cada ítem.

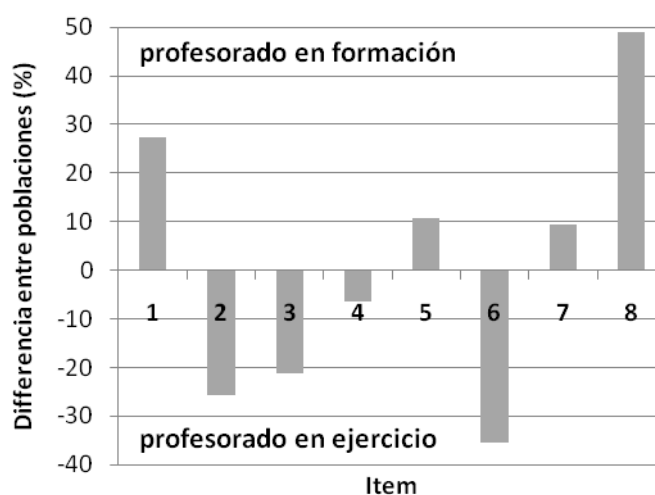


Figura 2.- Diferencia en porcentaje entre las creencias del profesorado en formación y el profesorado en ejercicio con respecto al aprendizaje por investigación guiada.

Los resultados muestran que el profesorado en formación prevé poner en práctica proyectos relacionados con IBL (ítems 8 y 1), mientras que el profesorado en ejercicio reconoce no poner en práctica dichas metodologías. Por otra parte, el profesorado en ejercicio muestran creencias más negativas que el profesorado en formación con respecto al IBL, ya que creen que este tipo de metodologías requiere de un profundo conocimiento previo de la materia por parte del alumnado (ítem 2) y que este tipo de aproximaciones no serían eficaces con estudiantes de bajo rendimiento (ítem 3); en este mismo sentido el profesorado en ejercicio cree que necesitaría ayuda para poder implementar en sus clases el IBL (ítem 6).

Sobre la aplicación del aprendizaje por investigación guiada

Aunque diferentes proyectos de investigación tanto nacionales como internacionales han tenido como principal objetivo la aproximación de metodologías similares a IBL a la escuela, ésta no es seguida por el profesorado en general en sus aulas. Las creencias que el profesorado tenga sobre cómo podría llevarse a cabo la implementación del IBL en el contexto de la educación formal es un punto clave para el diseño de cualquier acción que tenga como finalidad que este tipo de metodologías se apliquen de manera mayoritaria en las aulas. Por ello, a continuación se muestran (Figura 3) los resultados obtenidos sobre las creencias del profesorado tanto en formación como en ejercicio, sobre la posibilidad de implementar el aprendizaje por investigación guiada en las aulas de Educación Secundaria Obligatoria.

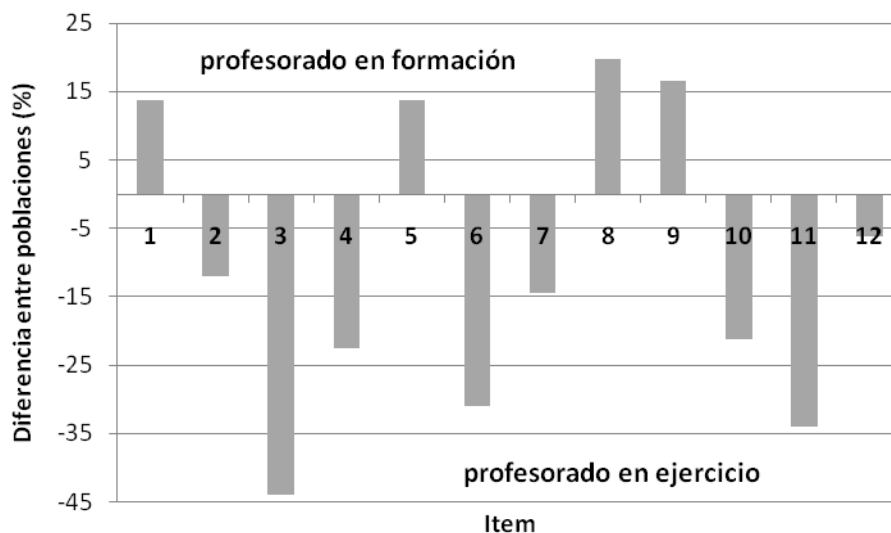


Figura 3.- Diferencia en porcentaje entre las creencias del profesorado en formación y el profesorado en ejercicio, con respecto a la posible aplicación en el aula del aprendizaje por investigación guiada.

Se puede observar que el profesorado en ejercicio sigue teniendo ideas que expresan mayores reticencias para la implementación del IBL. Así por ejemplo creen que tendrían problemas a nivel de obtención de materiales: no dispondrían de materiales docentes adecuados (ítem 3) y consideran que tareas de tipo IBL no están incluidas en los libros de texto que utilizan (ítem 4); por otro lado, muestran objeciones relacionadas con la respuesta del alumnado en el aula, como por ejemplo que les preocuparía que la disciplina de los estudiantes pudiera verse afectada (ítem 6) o que les sería difícil gestionar el trabajo en grupos (ítem 10). Por último, este mismo grupo de profesorado cree que no tendrían tiempo suficiente dentro del plan de estudios que siguen (ítem 11).

CONCLUSIONES

La efectividad de los programas de formación inicial y permanente de profesorado es un tema de debate en diferentes foros relacionados con los expertos en educación. Además la formación del profesorado y su desarrollo profesional son piezas clave para la implementación de metodologías innovadoras para la mejora de la enseñanza de las ciencias. Diferentes autores aseguran que para conseguir cierto grado de éxito en programas de formación sobre metodologías docentes se debe de partir de las creencias del profesorado sobre las mismas, así como de sus propias prácticas.

Los resultados que se muestran en este trabajo sugieren que aunque el profesorado en formación tiene esperanzas de que la formación permanente redunde en la mejora de su futura práctica profesional, el profesorado en ejercicio duda de la eficiencia de la formación continua, probablemente, debido a experiencias relacionadas con estas acciones formativas (aunque las razones últimas debería ser investigadas con mayor profundidad).

Por otra parte, las creencias que sobre el IBL y su implementación en el aula hemos detectado en los profesores en formación nos permite pensar que en un futuro profesional las llevarían a sus aulas; en cambio, es el profesorado en ejercicio el que

encuentra más obstáculos, relacionados fundamentalmente con la ausencia de materiales adecuados o con dificultades en la gestión del aula.

Estos resultados en su conjunto parecen indicar que la población más receptiva para promover en las aulas metodologías relacionadas con el aprendizaje por investigación es el profesorado en formación inicial, por lo que debería de aprovecharse el Máster en Profesorado para profundizar en dichas metodologías docentes.

Los resultados de este estudio también ponen de manifiesto la necesidad de prestar mayor atención a la disponibilidad de materiales de aula para el aprendizaje por investigación guiada, así como ofrecer al profesorado en ejercicio, el apoyo que requiere para gestionar el aula con seguridad y utilizar estas metodologías de forma eficaz, fomentando la motivación de los estudiantes, el desarrollo de competencias y la comprensión conceptual de los contenidos científicos.

Parte del apoyo que el profesorado necesita para la implementación efectiva de metodologías orientadas hacia un aprendizaje por investigación, están recogidas en los módulos de desarrollo profesional del Proyecto PRIMAS (<http://www.primas-project.eu>). En la actualidad, más de 100 profesores de ciencias y matemáticas se encuentran participando en actividades de desarrollo profesional diseñadas en torno a estos módulos. La realización de un post-test a esta población en formación nos permitirá constatar si el programa de desarrollo profesional implementado tiene algún impacto en las creencias del profesorado en torno a la implementación del IBL.

BIBLIOGRAFÍA

Duffee, L., & Aikenhead, G. (1992). Curriculum change, student evaluation, and teacher practical knowledge. *Science Education*, 76 (5), 493-506.

Guskey, T. R. (2002). Professional Development and Teacher Change. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8 (3-4), 381-391.

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.

Mellado Jiménez, 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.

Minner, D. D., Levy, A. J., & 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.

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation. Último acceso el 19 de marzo de 2012, desde http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf

Rocard, M. (2007). Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe. Último acceso el 19 de marzo de 2012, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

The Gallup Organisation (2008). Young People and Science: Analytical Report. Último acceso el 19 de marzo de 2012, desde http://ec.europa.eu/public_opinion/flash/fl_239_en.pdf

Shulman, L. S. (1998). Theory, practice, and the education of professionals. *The Elementary School Journal*, 98(5), 511-526.

ANEXO I

Sobre la Formación del Profesorado

1.	Participar en acciones formativas puede/podría ayudarme a mejorar como docente
2.	Participar en acciones formativas puede/podría suponerme una mayor satisfacción profesional
3.	Me gustaría tener numerosas ocasiones para participar en acciones formativas
4.	Las acciones formativas son necesarias sólo para los recién llegados a la docencia
5.	Las acciones formativas son necesarias sólo para quienes quieren lograr puestos de mayor responsabilidad
6.	Me resulta/resultaría difícil encontrarles utilidad a las acciones formativas
7.	Las acciones formativas son necesarias para ctualizar mis metodologías docentes
8.	La oferta de acciones formativas puede mejorar la motivación de los docentes.
9.	Las acciones formativas son necesarias para actualizar mis conocimientos sobre la materia que imparto/impartiría.
10.	Participar en acciones formativas puede/podría proporcionarme más seguridad en mí mismo/a en el desempeño de mi labor docente.
11.	Las acciones formativas son necesarias para la actualización de las destrezas pedagógicas
12.	Las acciones formativas no son necesarias para los profesores que cuentan con una gran experiencia docente.

Sobre el IBL

1.	El aprendizaje por investigación es/será muy importante en mi práctica docente
2.	El aprendizaje por investigación requiere un profundo conocimiento previo de la materia por parte del alumnado
3.	El aprendizaje por investigación no sería eficaz con alumnos de bajo rendimiento
4.	No veo la necesidad de usar el aprendizaje por investigación en mis (futuras) clases.

5.	El aprendizaje por investigación es adecuado para afrontar problemas de motivación del alumnado
6.	Necesitaría ayuda en mi práctica diaria para poder integrar en mis clases el aprendizaje por investigación
7.	El aprendizaje por investigación es adecuado para frontar problemas de aprendizaje
8.	Con frecuencia pongo/pondré en práctica proyectos con mis alumnos en los que se use el aprendizaje por investigación

Sobre la implementación del IBL en el aula

Preveo dificultades a la hora de poner en práctica el aprendizaje por investigación, ya que...	
1.	en el plan de estudios no se fomenta
2.	no tengo/tendría tiempo suficiente para preparar clases que lo integren
3.	no dispongo/dispondría de materiales docentes adecuados
4.	no está incluido en los libros de texto que uso/conozco
5.	no sé cómo evaluar las actividades de aprendizaje por investigación
6.	me preocupa/preocuparía que la disciplina de los alumnos pueda verse afectada
7.	no me siento/sentiría seguro/a
8.	me preocupa/preocuparía que mis estudiantes se pudieran sentir perdidos y frustrados en su aprendizaje
9.	mis colegas no apoyan/apoyarían el aprendizaje por investigación
10.	creo que es/sería difícil gestionar el trabajo en grupos
11.	no hay/habría tiempo suficiente en el plan de estudios
12.	el número medio de estudiantes por aula (25) lo considero demasiado elevado como para que esta metodología sea eficaz

Formación sobre Naturaleza de la Ciencia en el Master de Profesorado de Secundariaⁱ.

Benarroch, A.¹, Cepero, S.³, Jiménez, R.², López-Gay, R.² y Perales, F. J.¹

¹Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Univ. de Granada.
aliciabb@ugr.es

²Dpto. de Didáctica de Matemáticas y Ciencias Experimentales. Univ. de Almería.

³Dpto. de Psicología Evolutiva y de la Educación. Univ. de Granada.

RESUMEN

Este trabajo se inscribe en un Proyecto de Investigación cuyo principal objetivo es el de diseñar, desarrollar y evaluar un currículo destinado al Master Universitario del Profesorado de Secundaria. En este caso nos ha preocupado evaluar los posibles cambios en las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia de los estudiantes que siguieron dicho Master en las Universidades de Granada y Almería, durante los dos últimos cursos académicos. Para ello se aplicaron dos instrumentos distintos cada año en las especialidades de Física-Química y Biología-Geología. Los cambios detectados fueron poco significativos, aunque alentadores, lo que nos lleva a reflexionar sobre las posibles causas de tales resultados.

Palabras clave

Formación inicial del profesorado, Naturaleza de la Ciencia, Currículo.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de los resultados de un proyecto de investigación asociado a la necesidad de mejorar en nuestro país la calidad de la Formación Inicial del Profesorado en Ciencias Experimentales, tal y como ha puesto de manifiesto el Informe PISA-2009 y requiere el recién iniciado Master Universitario: “*Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas*”.

Las primeras investigaciones realizadas tras los dos primeros años de implantación de este Máster (Benarroch *et al.*, 2011) muestran que el profesorado encargado de su docencia hace una valoración altamente positiva frente al antiguo sistema de acreditación para ser profesor de ciencias de secundaria (Curso de Adaptación Pedagógica). Sin embargo, junto a ello, también los docentes señalan debilidades y formulan propuestas de mejora, entre las que merece destacar, para nuestros intereses: la falta de coherencia entre los modelos de enseñanza utilizados y los que se pretenden que los futuros profesores apliquen en sus aulas; así como la necesidad de evaluar y controlar los resultados de nuestras enseñanzas.

La búsqueda de un currículo de excelencia y, sobre todo, el control y evaluación de sus resultados, es el objetivo principal planteado en el Proyecto Nacional I+D+I (Ref : EDU2008-02059/EDUC) que lleva de Título: *El desafío del Informe Pisa 2006: Implementación del curriculum de didáctica de las ciencias experimentales para la formación inicial del profesorado de educación secundaria* (en adelante, Proyecto CUDICE). La hipótesis de trabajo que en él se baraja (Perales *et al.*, 2008, 2010) es:

“Es posible elaborar un diseño, desarrollo y evaluación del currículum de los futuros profesores de Ciencia y Tecnología de la Educación Primaria y Secundaria, en el contexto del EEES, apoyándonos en los precedentes y aportaciones más relevantes desde los ámbitos de la investigación y evaluación educativa, las demandas sociales, las necesidades del alumnado y la opinión del profesorado”.

En este trabajo se presentan concretamente los resultados relacionados con la evaluación de los conocimientos relacionados con la Naturaleza de la Ciencia (NdC en adelante) de los estudiantes del Máster Universitario en Profesorado.

El objetivo de formar adecuadamente a los estudiantes sobre la NdC ha sido paulatinamente incorporado en las reformas curriculares realizadas en los últimos tiempos en la educación científica (American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996; OEI, 2001). También el currículo español incorpora dicho objetivo especialmente en la materia común de bachillerato de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (ORDEN ESD/1729/2008 en BOE nº 147 de 18.06.08). Asimismo, PISA-2009 (OCDE, 2010) evaluó el alcance de este objetivo en los estudiantes de 15-16 años. Sin embargo, ya no parece existir tanto acuerdo cuando se profundiza en cuáles son los contenidos o temáticas concretas que se engloban bajo esta denominación (Marín, Benarroch y Níaz, en prensa), aunque, a grandes rasgos, se podría decir que el concepto de NdC incluye una diversidad de aspectos sobre qué es la ciencia, qué preguntas se hace y cuáles no, cómo construye y desarrolla su conocimiento, qué métodos usa para validar ese conocimiento, qué relaciones tiene con la sociedad y la tecnología, así como las características de las personas científicas y de la comunidad científica.

2. LA NDC EN EL PROYECTO CUDICE. POR QUÉ SURGE Y CÓMO SE DISEÑÓ Y EVALUÓ.

En este apartado, sintetizaremos el tratamiento realizado a la NdC en el Proyecto. Para ello, seguiremos los sucesivos objetivos planteados y cómo se fue dando respuesta a cada uno de ellos desde la práctica:

A. En relación a las competencias deseables en Didáctica de las Ciencias Experimentales para los futuros titulados en el Master Universitario en Profesorado, se estimó que una de las fuentes determinantes de las mismas es la aportada por las competencias evaluadas en el Programa PISA. En concreto, los siguientes aspectos:

- La comprensión de los rasgos característicos de la Ciencia, entendida como una forma del conocimiento y la investigación humanos (conocimientos sobre la Ciencia).
- La conciencia de las formas en que la Ciencia y la Tecnología moldean nuestro entorno material, intelectual y cultural (conocimientos sobre la Ciencia y de las relaciones C-T-S).

B. En cuanto al diseño curricular, dadas las características metacientíficas del contenido relacionado con la NdC, se estimó, corresponsablemente entre el grupo de profesionales que participaban en el proyecto, la conveniencia de trabajar este contenido, al menos, en los dos espacios curriculares siguientes:

B.1. Desde el diseño curricular de los conceptos científicos más relevantes para la visión del futuro docente. Ello implicó, no sólo incidir en una comprensión profunda de los mismos y de las leyes que los regulan, sino también en su origen histórico-epistemológico, en las concepciones que los alumnos suelen poseer sobre ellos, en

las interacciones C-T-S donde se ven inmersos y en su lugar en el currículum prescrito, pero también en la propia NdC y en sus procedimientos de avance.

B.2. En un tema específico como tópico de la DCE, junto a otros también relevantes y transversales (resolución de problemas, evaluación, etc), para contrarrestar las imágenes deformadas de la ciencia que suelen poseer los futuros docentes de sus propias experiencias como alumnos universitarios (Vilches y Gil, 2008).

Estos diseños curriculares se aplicaron en el módulo de Enseñanza-Aprendizaje de la Física y la Química de la Enseñanza-Aprendizaje de la Biología y Geología, asumidos por los profesores del equipo especializados en tales materias.

- C. El diseño curricular así elaborado fue aplicado en dos Facultades de Educación (Almería y Granada), con las dosis de coordinación y de intercambio de información permanente entre el profesorado implicado.
- D. La evaluación y control de los resultados es la fase clave de la investigación, puesto que se trata de comprender e interpretar la interacción docente-alumnos-materiales en el contexto de aula. Ciñéndonos a la NdC, en la tabla 1 se muestran los dos cuestionarios utilizados y sus contextos de aplicación. La exposición de sus resultados es el objetivo principal de esta comunicación.

	CURSO	FACULTAD	PRETEST	POSTEST	MUESTRA
COMVdC¹	2009-2010	Granada (GR) Almería (AL)	Sí	Sí	G1 (AL-FQ): N= 9 G2 (GR-BG): N=54 G3 (GR-FQ): N=19 N Total: 82
INPECIP²	2010-2011	Granada (GR) Almería (AL)	Sí	Sí	G1 (AL-FQ): N= 8 G2 (GR-BG): N=19 G3 (GR-FQ): N=7 N Total: 34

¹Cuestionario de Opciones Múltiples sobre la Visión de Ciencias (Marín y Benarroch, 2009)

²Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de los Profesores (Porlán, 1997)

Tabla 1. Cuestionarios utilizados para evaluar las competencias relacionadas con la NdC en el Proyecto CUDICE

3. METODOLOGÍA

Por lo visto en el apartado anterior, se trata de un diseño pre-experimental de tipo pretest-posttest realizado en dos cursos sucesivos (2009-2010 y 2010-2011) sobre tres grupos de futuros profesores de ciencias de secundaria cada curso (dos de Física-Química: FQ; uno de Biología-Geología: BG) (ver en la tabla 1 las características de las muestras de cada curso). Las intervenciones fueron realizadas en el contexto natural de las clases de Máster Universitario en Profesorado.

Dadas las características diferentes de ambos cuestionarios, se realiza un breve resumen de los mismos a continuación:

COMVdC es un cuestionario de 40 preguntas de opción múltiple con 3 opciones de respuesta. Una de las opciones es la respuesta “correcta” (o la mejor respuesta) y las otras dos son respuestas alternativas (incorrectas o menos adecuadas). Los contenidos concretos cubiertos con el cuestionario se muestran en la tabla 2. El cuestionario completo se puede encontrar en Marín y Benarroch (2009).

TEMÁTICAS ABARCADAS EN COMVDC	ÍTEMS
Contexto sociológico o contexto donde surge y se aplica la ciencia	1-5
Fase de descubrimiento individual del científico	6-11
Fase de interacción entre el trabajo realizado y el publicado	12-16
La naturaleza de la ciencia como producto	17-40

Tabla 2. Temáticas abarcadas en COMVdC

Un ejemplo de cuestión es el siguiente:

Ítem 7: ¿Influye en los descubrimientos del científico sus creencias religiosas?

- a) **En parte sí, depende del arraigo de tales creencias.**
- b) No, la razón científica no depende de creencias religiosas.
- c) No, éstos se basan en hechos y en experiencias, no en creencias.

En él, la respuesta “correcta” (señalada en negrita) es más cercana a las visiones actuales sobre la NdC (“El científico, como cualquier persona, está afectado por compromisos, creencias e intereses, por lo que su actividad no es exclusivamente racional”) frente a las otras dos opciones que recogen visiones alternativas sobre la figura del científico (“El científico se rige exclusivamente por criterios científicos y racionales”).

En cambio, INPECIP (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997) es un cuestionario de 56 declaraciones (ítems) tipo Likert sobre las que hay que expresar el grado de acuerdo en una escala del 1 al 5, y abarca 4 dimensiones o categorías: Aprendizaje científico, Naturaleza de la Ciencia, Modelo didáctico y Metodología del profesor. En la tabla 3, se muestran las 14 cuestiones relacionadas con la Naturaleza de la Ciencia que nosotros hemos agrupados en tres grandes bloques y hemos separado en columnas: en la izquierda los ítems que nosotros hemos considerado positivos y en la derecha los negativos.

4. RESULTADOS

Aunque se han realizado análisis más minuciosos, a continuación únicamente se exponen los obtenidos en el pretest-postest de ambos cuestionarios, limitándonos en el caso del INPECIP a las 14 cuestiones relacionadas con la NdC mostradas en la tabla 3.

Curso 2009-2010: Cuestionario COMVdC

Las calificaciones totales fueron obtenidas a partir de la conocida fórmula de corrección de los cuestionarios de opción múltiple:

$$Nota = Aciertos - \frac{Errores}{n^{\circ} distractores} = Aciertos - \frac{Errores}{2}$$

Se comprobó mediante el estadístico de Kolmogorov-Smirnov que ambas variables (resultados del pretest y postest) se ajustan bien a la distribución normal (Z de K-S= 0,964 para el pretest y 0,777 para el postest), por lo que son susceptibles de pruebas paramétricas de análisis. En la tabla 4 se muestran las medias y las desviaciones típicas de dichos resultados. Asimismo, se calculó la diferencia de medias para muestras relacionadas y se comprobó que no hay diferencia significativa en ningún grupo ni en la muestra total. El tamaño del efecto, calculado a partir de la *d* de Cohen (1988), confirma que el efecto de la instrucción es bajo.

Objetivismo vs influencia del investigador (conocimientos, sentimientos...)	
11. En la observación de la realidad es imposible evitar un cierto grado de deformación que introduce el observador	4. Las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológico riguroso, son un reflejo cierto de la realidad
23. El conocimiento humano es fruto de la interacción entre el pensamiento y la realidad.	21. El observador científico no debe actuar bajo la influencia de teorías previas sobre el programa investigado.
28. El pensamiento de los seres humanos está condicionado por aspectos subjetivos y emocionales	42. La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la realidad.
ACTIVIDAD CIENTÍFICA: papel de la observación, hipótesis, experimentos,...	
39. El conocimiento científico se genera gracias a la capacidad que tenemos los seres humanos para plantearnos problemas e imaginar posibles soluciones a los mismos.	22. Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia.
38. El investigador siempre está condicionado, en su actividad, por las hipótesis que intuye acerca del problema investigado.	40. La eficacia y la objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente las fases ordenadas del método científico: observación, hipótesis, experimentación y elaboración de teorías.
51. Las hipótesis dirigen el proceso de investigación científica.	44. A través del experimento, el investigador comprueba si su hipótesis de trabajo es verdadera o falsa.
55. La experimentación se utiliza en ciertos tipos de investigación científica mientras que en otras no.	
EVOLUCIÓN CIENTÍFICA: visión acumulativa	
	47. La Ciencia ha evolucionado históricamente mediante la acumulación sucesiva de las teorías verdaderas.

Tabla 3. Cuestiones relacionadas con la NdC en el cuestionario INPECIP

	Pretest		Postest		Diferencia significativa	Tamaño del efecto	
	Media	Desv.	Media	Desv.			
G1 (AL-FQ): N= 9	8,7	4,1	8,0	3,3	NO	0,461	Bajo 0,2
G2 (GR-BG): N=54	10,2	5,2	11,2	5,3	NO	1,467	Bajo 0,2
G3 (GR-FQ): N=19	10,4	4,8	11,8	5,3	NO	1,019	Bajo 0,3
Total: N=82	10,1	5,0	11,0	5,2	NO	1,573	Bajo 0,2

Tabla 4. Resumen de los resultados obtenidos con COMVdC

Los escasos efectos de la instrucción en el cambio de las concepciones de los futuros profesores de secundaria en ninguno de los grupos ni en la muestra total, fue un factor decisivo para el cambio del cuestionario que se acordó aplicar en el curso siguiente que pudiese contemplar otras dimensiones de la NdC, así como cambios parciales en el diseño de la instrucción.

Curso 2010-2011: Cuestionario INPECIP

En este caso se analizó el grado de acuerdo expresado en cada una de las afirmaciones del pretest y del postest en cada grupo, ya que el proceso de instrucción había sido distinto en cada uno de ellos. La variable en cuestión es ordinal pero la hemos cuantificado al expresar los resultados entre 1 (completamente en desacuerdo) y 5 (completamente de acuerdo). Al tratarse de muestras relacionadas pero de pequeño tamaño se decidió usar estadística no paramétrica, en concreto la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para determinar el grado de significación estadística (p) y la desviación tipificada para determinar el tamaño del efecto (d). La probabilidad de que las diferencias no sean debidas al azar vendrá dada por: $100*(1-p)$. El tamaño del efecto

será moderado para valores de d entre 0,6 y 1 y alto para valores entre 1 y 2. Dado el reducido tamaño de las muestras, aunque el valor de p fuese superior a 0,05, se interpretó un tamaño del efecto apreciable como un indicador de diferencias significativas en el caso de ampliar el tamaño de las muestras.

En las siguientes tablas se presentan únicamente aquellos ítems del cuestionario en los que existen diferencias significativas o bien el tamaño del efecto es moderado o alto.

	Pretest		Postest		p	d
	Media	Desv.	Media	Desv.		
G1 AL-FQ (N=8)						
21. El observador científico no debe actuar bajo la influencia de teorías previas sobre el programa investigado.	3,13	0,64	2,00	1,20	0,08	0,7
28. El pensamiento de los seres humanos está condicionado por aspectos subjetivos y emocionales	3,63	0,52	4,25	0,89	0,13	0,6
*44. A través del experimento, el investigador comprueba si su hipótesis de trabajo es verdadera o falsa.	3,75	0,46	4,13	0,35	0,08	0,7
G2 GR-FQ (N=7)						
*23. El conocimiento humano es fruto de la interacción entre el pensamiento y la realidad.	4,71	0,76	4,00	0,82	0,06	0,9
*38. El investigador siempre está condicionado, en su actividad, por las hipótesis que intuye acerca del problema investigado.	3,86	0,90	3,29	1,11	0,05	1,1
40. La eficacia y la objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente las fases ordenadas del método científico: observación, hipótesis, experimentación y elaboración de teorías.	3,57	0,79	2,43	1,27	0,07	0,9
47. La Ciencia ha evolucionado históricamente mediante la acumulación sucesiva de las teorías verdaderas.	3,29	0,76	2,14	1,21	0,12	0,07
55. La experimentación se utiliza en ciertos tipos de investigación científica mientras que en otras no.	3,00	1,41	4,00	0,82	0,08	0,7
G3 GR-BG (N=19)						
22. Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia.	4,21	0,79	3,53	0,96	0,01	0,7

Tabla 5. Ítems del INPECIP donde el tamaño del efecto es moderado o alto

Como ya se ha comentado, estos resultados deben interpretarse en términos de expectativas de conseguir diferencias significativas por el efecto de la instrucción en el caso de que se ampliase el tamaño de la muestra. Hecha esta advertencia, los resultados en seis de estos nueve ítems parecen indicar que la instrucción ha contribuido a superar algunas visiones deformadas sobre NdC, mientras en los otros tres ítems (marcados con un asterisco al comienzo) la instrucción parece haber influido en sentido contrario reforzando visiones deformadas.

5. CONCLUSIONES

Hemos de reconocer las limitaciones del estudio dado el reducido tamaño de las muestras participantes y lo heterodoxo del diseño experimental, ya que la variable

independiente (instrucción), aunque con pautas comunes, es distinta en cada grupo de la muestra. En este sentido, en el futuro hemos de caracterizar las intervenciones realizadas para relacionar esas características con la variable en la que influyen.

La conclusión más relevante de este breve estudio es la escasa mejoría conseguida en la imagen de los futuros profesores de secundaria acerca de la NdC durante la instrucción del Máster Universitario en Profesorado de Secundaria, conclusión a la que se llega habiendo utilizado distintos cuestionarios en cursos sucesivos. No cabe duda de que la utilización simultánea de ambos podría habernos dado patrones de comparación entre ellos, pero esta posibilidad se declinó para evitar un cansancio excesivo en los estudiantes.

Conviene destacar que resultados similares se han obtenido en otros contextos (Benarroch y Marín, 2011; Miño, 2008). Aunque los motivos de los mismos formarían parte de otro trabajo, una hipótesis plausible es que los responsables de estas enseñanzas podrían estar transmitiendo y reforzando concepciones alternativas sobre NdC durante sus enseñanzas. Otro factor a considerar es la ambigüedad del lenguaje y los problemas semánticos de significado y comprensión de la terminología empleada (Aikenhead, 1988) que pudieran influir en una interpretación errónea de los mensajes intercambiado tanto en el proceso de instrucción como en el de evaluación.

Asimismo, la falta de consenso en el área es también considerable (Marín, Benarroch y Níaz, en prensa). En este sentido, mientras algunos autores concluyen que la mejor forma de aprender sobre NdC es a través de su enseñanza explícita y reflexiva en diferentes contextos de aprendizaje (Acevedo, 2008), otros trabajos muestran experiencias de formación inicial de docentes en la que la enseñanza y reflexión explícita sobre NdC se encuentra integrada en el aprendizaje de contenidos científicos (López-Gay, Jiménez Liso, Osuna y Martínez. Torregrosa, 2009; Jiménez Liso, López-Gay y Martínez Chico, en prensa)

Posiblemente, en esta línea de trabajo, como en otras de la Didáctica de las Ciencias, sea necesario profundizar y discernir qué aspectos concretos son relevantes para la enseñanza de los futuros profesores y cuál es la forma más eficaz de enseñarlos.

No obstante, también hemos de resaltar que se advierten expectativas de cambios positivos en las muestras estudiadas, aunque estos sean limitados. Estas expectativas se ven reforzadas si tenemos en cuenta otros resultados, como el análisis de la discusión “on line” en uno de los grupos que participaron en la muestra (Jiménez Liso *et al.*, en prensa).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAAS (1993). *Benchmark for science literacy. A project 2061 report*. Nueva York, Oxford University Press.

Acevedo, J. A. (2008) El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias, *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 5(2), 134-169.

Aikenhead, G.S. (1988) An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629.

Benarroch *et al.*, (2011). 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., & Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2), 289–304
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2ª ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Jiménez Liso, M. R., López-Gay, R., & Martínez Chico, M. (en prensa). ¿Tirarnos piedras en nuestro propio tejado? Cómo trabajar en el aula los criterios para aceptar o rechazar modelos científicos. *Alambique*, 72.
- López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R., Osuna, L., & Martínez Torregrosa, J. (2009). El aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Una oportunidad para la formación de maestros. *Alambique*, 61, 27-37.
- Marín, N., & 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 los profesores en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 89–108
- Marín, N., Benarroch, A., & Níaz, M. (en prensa). Revisión de consensos sobre naturaleza de la ciencia. *Revista de Educación*, 361. Mayo-agosto del 2013. último acceso el 11 de julio de 2011, desde http://www.revistaeducacion.mec.es/doi/361_137.pdf
- Miño, L. (2008). *El profesorado de Química de Secundaria de la región del Maule (Chile). Diagnóstico de demandas formativas y mejoras en la formación inicial*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- NRC (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- OECD (2010). *PISA-2009 Results: What students know and can do- Student Performance in Reading, Mathematics and Science* (Volumen I). <http://www.oecd.org/dataoecd/10/61/48852548.pdf>
- OEI (2001). *Memoria de la programación 1999-2000* (pp. 121-134). Madrid: OEI. <http://www.oei.es/>
- Perales, F. J. et al. (2008). *Por un modelo unitario de Formación Inicial del Profesorado de Educación Primaria y Secundaria*. XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Almería, Universidad de Almería.
- Perales, F. J. et al. (2010). *Diseño del currículo de Ciencias Experimentales en el Master de Profesorado de Secundaria*. XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Baeza, Universidad de Jaén.
- Porlán, R., Rivero, A., & Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y Epistemología de los Profesores I. Teoría, Métodos e Instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(29), 155-171.
- Vilches, A., & Gil, D. (2008). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 67-85.

8



ⁱ Este trabajo se inscribe en el Proyecto de Investigación EDU2008-02059 del Ministerio de Ciencia e Innovación. 8

El portafolios digital personal. Un poderoso instrumento para el aprendizaje en el Máster de Profesorado

Gil, José J.; de Echave, Ana; Roda, Víctor

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza
ppgil@unizar.es*

RESUMEN

Se describe la experiencia de uso de portafolios personal digital de aprendizaje como elemento que sirve de eje metodológico en las asignaturas de la especialidad de Física y Química del Máster de Profesorado de la Universidad de Zaragoza. El proceso de enseñanza que se viene ejecutando por el equipo docente contempla procedimientos concretos para la sensibilización y negociación inicial, el establecimiento de contenidos mínimos, la especificación personalizada de los contenidos concretos de cada portafolios individual, la evaluación del aprendizaje de las competencias y la evaluación del propio proceso de enseñanza.

Palabras clave

e-Portfolio, portafolio digital, Master de Profesorado

INTRODUCCIÓN

Desde octubre de 2009 en que comenzó a desarrollarse la nueva titulación del Máster de Profesorado en la Universidad de Zaragoza (Universidad de Zaragoza, 2009), el equipo docente de la especialidad de Física y Química viene haciendo uso del portafolios personal digital como instrumento que propicia un aprendizaje significativo, reflexivo y maduro, propio del perfil del alumnado de postgrado, y que facilita la evaluación de dicho aprendizaje.

Las materias de la especialidad se distribuyen en un conjunto de ocho asignaturas, que son impartidas por un equipo de cuatro docentes del departamento de didáctica de las ciencias experimentales de la universidad de Zaragoza. Estas asignaturas cubren todos los aspectos relativos a los fundamentos de la didáctica de las ciencias experimentales, diseño curricular, diseño de unidades didácticas, metodología, actividades de aprendizaje, contenidos disciplinares, evaluación, innovación e investigación, prácticas en centros de enseñanza y trabajo fin de Máster.

Es bien sabido que el portafolios (o portafolio) es uno de los instrumentos que más se propugnan en las propuestas enmarcadas en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) (Alfageme, 2007; Mellado, 2007). En efecto, el portafolios, además de ser coherente con aprendizaje activo y responsable, constituye un vehículo para la autoevaluación y la autorregulación (Álvarez, González, & García, N., 2007; Barberá, Bautista, Espasa & Guasch, 2006)). A todo ello hay que añadir su gran funcionalidad como instrumento para la heteroevaluación, tanto formativa como sumativa.

Mediante las guías docentes de las asignaturas se establece el portafolios como uno de los principales elementos que guían las actividades del alumnado. Así, se establece un contrato de aprendizaje personalizado, que es bien aceptado por el alumnado y cuyos resultados están siendo altamente satisfactorios.

En esta comunicación se recogen, de forma resumida, los principales aspectos y conclusiones de esta experiencia compartida por el citado equipo docente de la especialidad de Física y Química del Máster de Profesorado de la Universidad de Zaragoza.

En opinión de los autores, los aspectos más relevantes a considerar, y que son objeto de los diferentes apartados de esta comunicación, son los siguientes:

- Información inicial al alumnado. Contrato de aprendizaje personalizado
- Metodología
- Características generales del portafolios a desarrollar
- Autoevaluación. Autorregulación
- Evaluación formativa del aprendizaje
- Evaluación sumativa del aprendizaje.

El siguiente esquema recoge la distribución temporal de las asignaturas de la especialidad, que se vinculan estrechamente con los periodos de prácticas y cuyo eje de aprendizaje es el portafolios personal de cada alumno.

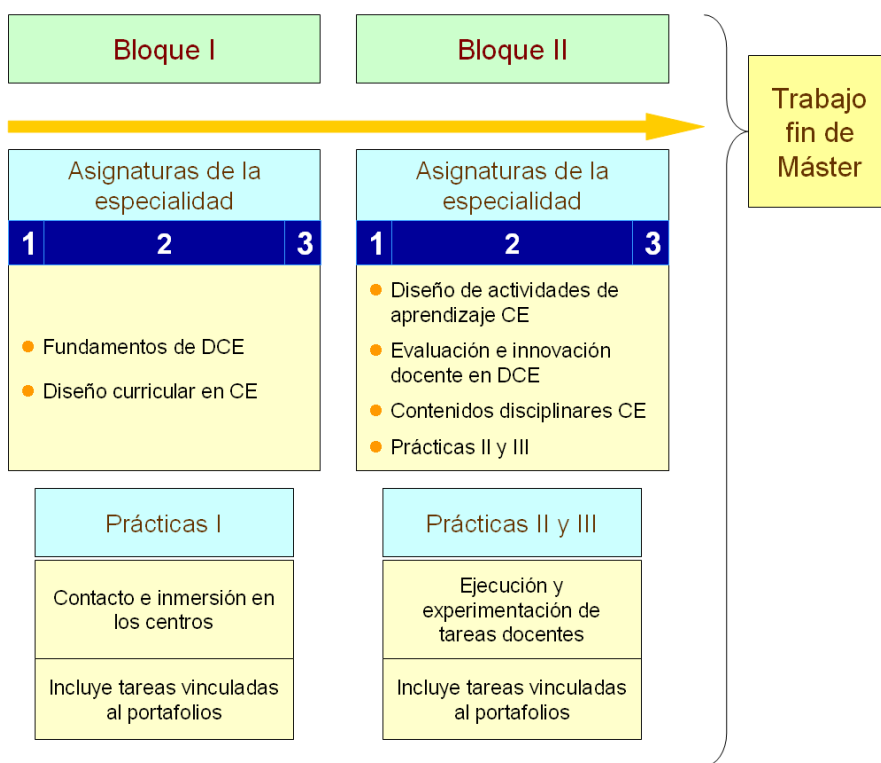


Figura 1. Distribución de las asignaturas de la especialidad e integración de los periodos de prácticas. El portafolios personal constituye un eje del aprendizaje. (1) fase de sensibilización, (2) fase de desarrollo, (3) fase de cierre. DCE: "didáctica de las ciencias experimentales". CE: "ciencias experimentales".

INFORMACIÓN INICIAL AL ALUMNADO. CONTRATO DE APRENDIZAJE PERSONALIZADO

Un criterio común en las instituciones universitarias es la publicación de las guías docentes de las diferentes asignaturas de cada titulación.

Si bien estas guías docentes contienen toda la información que el estudiante debe conocer para conducirse con éxito en la asignatura correspondiente, es frecuente que se presente uno o varios de los siguientes inconvenientes:

- El documento resulta algo extenso y no está diseñado para una fácil lectura y memorización
- Incluye abundantes redundancias que, más que ayudar, pueden confundir al alumnado.
- No existe especial motivación para su lectura, excepto el apartado de evaluación.

Estas y otras dificultades nos hacen reparar en algo que, aunque bien conocido, muchas veces es relativamente ignorado en la acción docente. Obviamente nos referimos a la importancia de la asimilación por parte del alumnado de toda la información sobre la dinámica de la asignatura que ha de interiorizar, aun antes de comenzar el aprendizaje de las competencias propias de la materia.

En definitiva, se hace necesario un plan de comunicación y sensibilización que ha de realizarse en la primera fase temporal de la asignatura. Este plan se lleva a cabo mediante instrumentos como:

- Elaboración de una guía docente sintética (a veces llamada guía didáctica) orientada al alumnado y primando la claridad y la sencillez. El componente motivador que constituye la evaluación del aprendizaje, puede aprovecharse como eje comunicativo de esta información sucinta.
- Exposición y análisis en el aula de la citada guía, de modo que el profesorado pueda cerciorarse de la buena comprensión de la misma por parte de todo el alumnado y dar la oportunidad para aclarar todo tipo de dudas.
- Establecimiento de los contenidos mínimos que han de incluir los portafolios de aprendizaje.
- Negociación y personalización de los contenidos del portafolios personal de cada alumno. Esto significa que, de acuerdo con los criterios generales establecidos por el equipo docente y por la propia institución, es recomendable dedicar un esfuerzo de apoyo personalizado al alumnado para acordar y especificar los elementos a incluir en el portafolios individual. Esto no quita el posible uso de portafolios grupales. Para llevar a cabo esta misión, cabe utilizar las siguientes estrategias:
 - Demandar de cada alumno unas propuestas concretas, coherentes con el marco general especificado.

- Establecer un diálogo privado (tutoría personalizada) que permita llegar a un acuerdo que, siendo asumido por el alumno, permita la consecución de las competencias que corresponden a los objetivos de la asignatura.

Una vez superado el régimen transitorio inicial, el propio portafolios personal sirve de soporte para mantener un flujo comunicativo continuado que permita los hacer ajustes o modificaciones oportunos, de modo que se puedan corregir atascos o desvíos respecto de los criterios de evaluación. De este modo, el portafolios constituye un elemento que, de forma natural, conduce tanto el aprendizaje como la evaluación formativa.

METODOLOGÍA

En el ámbito de una titulación de Máster se hace necesario fomentar un tipo de actividades de aprendizaje que resulten claramente enriquecedoras para el alumnado, de modo que cada alumno construya sus conocimientos de forma responsable, madura, eficaz, amena y por etapas, todo ello con el acompañamiento que supone el apoyo tutorial, presencial y telemático, proveído por el equipo docente.

De acuerdo con estos criterios, las clases presenciales se desarrollan mediante el tratamiento, análisis y debate de los temas correspondientes. En general, el alumnado dispone de ordenadores individuales con pantalla abatible (lo que evita la barrera física y visual entre las personas presentes en el aula). Con frecuencia, la iniciativa en la presentación de los temas pasa, de forma programada o discrecional, a los alumnos, de modo que todas las actividades relevantes tienen un reflejo en los portafolios, que van incorporando registros que dejan evidencias de las competencias que se van adquiriendo.

En definitiva, la metodología es variada, incluyendo frecuentes actividades en laboratorio y visitas a industrias o centros tecnológicos que se suman a las actividades que se van desarrollando en la propia aula. Pero lo que cabe destacar es el papel del portafolios como elemento de guía y motivación permanente que, como se describe en un apartado posterior permite utilizar la evaluación como motor e impulso del aprendizaje.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PORTAFOLIOS A DESARROLLAR

Como se ha indicado anteriormente, al comienzo de cada asignatura se establece un conjunto de elementos mínimos que ha de recogerse, de forma personal e individualizada, en cada portafolios. Eventualmente, algunos de estos elementos pueden ser el fruto de una actividad cooperativa.

La naturaleza de dichos contenidos mínimos se establece de forma que:

- Promueva la reflexión y análisis de casos o problemas relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las materias correspondientes en el ámbito de la enseñanza secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Promueva la elaboración de propuestas, que se han de elaborar mediante la integración de diversas competencias.
- Promueva la creatividad y la autoconfianza. Para ello los contenidos propuestos han de permitir un elevado grado de personalización en función de las características, preferencias y perfil de cada alumno. Es importante que el alumno haga suyo el proceso mediante la convicción del interés cada una de las tareas.

- Permita un trabajo continuado, una revisión y refinamiento progresivos de los análisis, conclusiones o propuestas que se van elaborando
- Permita la oportuna intervención tutorial del profesorado con objeto de orientar, ayudar y evitar desenfocos a causa de malentendidos o malas prácticas por parte del alumnado.
- Permita el registro de evidencias relevantes y suficientes de las competencias adquiridas.

Una vez establecidos los contenidos mínimos, mediante la ejecución de un plan de apoyo tutorial personalizado se especifican y concretan los elementos particulares de cada portafolios individual. Para el seguimiento continuado de los progresos en los diferentes portafolios, cabe establecer diferentes procedimientos, como el intercambio frecuente de documentos digitales (ya sea a través del campus virtual, por otro tipo de recurso web 2.0 o mediante correo electrónico) o bien por medio de blogs de aprendizaje con permiso de acceso exclusivo para las partes interesados (incluyendo, naturalmente, al profesorado correspondiente).

En general, el portafolios recoge una secuencia de unidades que describen, explican o exponen las evidencias del aprendizaje adquirido. Frecuentemente se acompañan de otros documentos digitales que requieren otro soporte a formato específico (presentaciones, hojas de cálculo, álbumes de imágenes...). Para ello se habilitan los oportunos vínculos en los lugares correspondientes.

AUTOEVALUACIÓN. AUTORREGULACIÓN

A través de las sesiones presenciales y de los documentos facilitados al alumnado desde el sitio web de la asignatura en el campus virtual (se usan las plataformas Blackboard 9 y Moodle) el profesorado facilita patrones, ejemplos y referencias que permiten al alumno ir realizando estimaciones del nivel de competencia adquirido en comparación con los niveles fijados. Los citados elementos de apoyo se administran de forma secuencial y progresiva, de modo que al alumnado le resulte cómodo y sencillo el acceso y asimilación de los mismos.

La tutoría personalizada, tanto presencial como telemática, permite a cada alumno realizar un contraste más objetivo de las estimaciones que va obteniendo mediante su propia autoevaluación.

Hasta este momento, los citados procedimientos han primado sobre el uso de cuestionarios de autoevaluación basados en preguntas de opción múltiple (u otras modalidades comunes de cuestionarios cerrados). El número medio de alumnos por asignatura viene siendo de veinte, número que, aun a costa de un considerable esfuerzo por parte del profesorado, permite la elaboración de los citados documentos de referencia. No obstante, un oportuno uso de tales cuestionarios podría resultar perfectamente compatible con lo anterior y no queda descartado de cara al futuro.

La respuesta del alumnado puede considerarse muy satisfactoria. Los indicadores que conducen a esta valoración son:

- Alto rendimiento académico, que se refleja en unas calificaciones medias cercanas al sobresaliente.
- Testimonios aportados por los alumnos, tanto de forma verbal, como a través de mensajes digitales.

- Encuestas institucionales sobre satisfacción del alumnado en relación con cada una de las asignaturas.

Cabe destacar que tanto la madurez como la responsabilidad propia de sus perfiles como licenciados (en el futuro, graduados) son factores que facilitan en gran medida la autorregulación y, por tanto la aceptación y asunción del portafolios como un elemento vertebrador del aprendizaje. Los indicados rasgos de madurez y responsabilidad se han puesto de manifiesto en una alta calidad media de los informes y memorias (estructura, contenidos, redacción, carácter personal de las reflexiones...), así como en la actitud participativa y cooperativa mostrada por el alumnado (frecuentes intervenciones, trabajo en grupo, consultas, tutorías, etc.)

Sin embargo, es de señalar que el uso de portafolios está resultando también muy satisfactorio en asignaturas como "didáctica de las ciencias experimentales" que se imparten por el mismo equipo docente en niveles de grado de carreras de Ciencias en la universidad de Zaragoza.

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Tal como se ha venido indicando en los apartados anteriores, la evaluación formativa se lleva a cabo de forma natural conforme cada alumno va elaborando progresivamente su portafolios personal. El seguimiento individualizado se lleva a cabo de forma orientadora y flexible, con especial cuidado de que se apele permanentemente a las capacidades de cada alumno, de que se reafirme su autoconfianza (que en muchos casos es escasa, posiblemente porque su aprendizaje anterior ha tenido un carácter predominantemente paternalista) y de que se fomente la creatividad. Obviamente, también se contemplan intervenciones correctoras más intensas cuando se estima necesario.

Aparte de los indicadores basados en registros y observaciones del equipo docente, el propio portafolios suele poner de manifiesto las evidencias de las competencias que cada alumno va alcanzando de forma progresiva, por lo que, en sí mismo, el portafolios constituye el principal instrumento (pero no único) para la evaluación formativa.

Consecuentemente con lo anterior, la evaluación sumativa integra, de forma ponderada, el conjunto de indicadores de evaluación y permite llevar a cabo la calificación final individual. Como resultado final, el alumno obtiene un producto valioso y significativo, su portafolios personal de cada asignatura, que pasa a integrarse en su portafolios de Máster, que puede ser exhibido allá donde convenga en el futuro, como por ejemplo en entrevistas para acceso al mundo laboral.

CONCLUSIONES

El portafolios personal digital (también llamado e-portfolio) se viene utilizando como un instrumento esencial para el aprendizaje de las materias de la especialidad de Física y Química del Máster de Profesorado de la universidad de Zaragoza. Así, el proceso de enseñanza que se viene ejecutando por el correspondiente equipo docente contempla procedimientos concretos para la sensibilización y negociación inicial, el establecimiento de contenidos mínimos, la especificación de los contenidos concretos de cada portafolios individual, los formatos digitales admitidos de los elementos que lo integran, la evaluación formativa, la evaluación sumativa y la evaluación del propio proceso de enseñanza. Los resultados que se han obtenido desde el inicio de esta titulación han sido altamente satisfactorios, lo que avala la idoneidad de esta metodología que, no obstante, está sometida a progresivas modificaciones, de acuerdo con los resultados de la evaluación del proceso formativo.

BIBLIOGRAFÍA

Alfageme, M. B. (2007). El portafolio reflexivo: metodología didáctica en el EEES. *Educatio Siglo XXI*, 25, 209-226. Último acceso el 21 de marzo de 2012, desde <http://revistas.um.es/educatio/article/viewFile/720/750>

Álvarez, B., González, C. & García, N. (2007). La motivación y los métodos de evaluación como variables fundamentales para estimular el aprendizaje autónomo. *Revista de Docencia Universitaria*, 2, 2-12. Último acceso el 21 de marzo de 2012, desde <http://redaberta.usc.es/redu/index.php/REDU/article/view/53/35>

Barberà, E., Bautista, G. Espasa, A. & Guasch, T. (2006) Portfolio electrónico: desarrollo de competencias profesionales en la red. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, UOC* 2, 1-12. Último acceso el 21 de marzo de 2012, desde http://www.uoc.edu/rusc/3/2/dt/esp/barbera_bautista_espasa_guasch.pdf.

Mellado, M. E. (2007). Portafolio en línea: una herramienta de desarrollo y evaluación de competencias en la formación docente. *Educar*, 40, 69-89. Último acceso el 21 de marzo de 2012, desde <http://www.raco.cat/index.php/educar/article/viewFile/119471/157680>

Universidad de Zaragoza (2009). Memoria Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas. Último acceso el 21 de marzo de 2012, desde <http://www.unizar.es/matematicas/Master%20secundaria/MemoriaMasterSecundariaV7.pdf>

Identificación de los elementos esenciales en un diseño curricular ‘por competencias’

Izquierdo M., Márquez C., (1) Cabello, M. (2) (en nombre del grupo de diseño)

- 1) Departament de Didàctica de les Mateàtiques de les Ciències, UAB
- 2) Centre de Documentació i Experimentació, Departament d’Ensenyament
Merce.izquierdo@uab.cat

RESUMEN

La nueva finalidad: de desarrollar competencias científicas en los alumnos de ciencias requiere un nuevo diseño de los contenidos de la enseñanza. A medida que se avanza por este nuevo camino se hacen más evidentes las dificultades que comporta la actividad científica que deberían desarrollar los alumnos. Esta actividad se diferencia de la actividad de los científicos en algunos aspectos clave que intentamos caracterizar.

Palabras clave

Currículo, competencias, ideas de alto nivel

INTRODUCCIÓN

PISA ha dado una nueva orientación a la enseñanza obligatoria, consolidando la que venía siendo una atención preferente a la actividad genuina y reflexiva del alumnado fundamentado en lo que se ha venido llamando ‘constructivismo didáctico’ (Osborne, 1996). El término ‘competencia’, polisémico y por ello, confuso, ha reemplazado a otros, como procedimientos, actitudes, objetivos... que, hasta hace poco, formaban parte de todos los currículos y contribuían a describirlos.

Se pretende ahora una ‘evaluación por competencias’. Sin embargo, el encaje entre los ‘conocimientos’ y ‘las competencias’ no se ha producido aún de manera satisfactoria. Algunas veces, el énfasis en las competencias básicas difumina la atención a los conocimientos científicos del currículo; otras veces, se continúa haciendo lo mismo que siempre poniendo la palabra ‘competencia’ delante de todos los conceptos de ciencias, sin más.

Se va viendo que una enseñanza que dé lugar a un alumno egresado ‘competente’ requiere un alumno capaz de actuar de manera comprensiva, sabiendo lo que hace y por qué lo hace. La actividad a la que nos referimos debe ser ‘científica’, a partir de la cual y mediante un proceso de modelización deberán emerger las entidades científicas. Todo esto la hace substancialmente diferente de la tradicional, que se basa en el libro y en experimentos diseñados como ejemplos para dar credibilidad a las entidades científicas que en ellos se definen y describen.

Cada vez es más necesaria una ‘teoría de los contenidos escolares’, tal como reclamaba Fensham (2001) hace unos años y, más recientemente Linjse (2004) y Talanquer (2011). Ahora, esta ‘teoría’ debe aportar fundamentos para hacer posible las nuevas finalidades ‘competenciales’ de los currículos. Con ello deberá combinar la racionalidad lógica propia de las ciencias (que han seguido un largo camino para conseguir formalizar el

comportamiento de la naturaleza) y la racionalidad narrativa que proporcione la vivencia de comprender que se deriva de las experiencias genuinas de resolver auténticos problemas.

Esta ‘teoría de los contenidos’ que sirva de referencia al diseño de las clases debe partir de una percepción comprometida de la especificidad de las ciencias escolares (que se aprenden) frente a la ciencia de los científicos. Siguiendo a White (1994), debe atender nuevas dimensiones de los contenidos, puesto que éstos deben cumplir requisitos curriculares, cognitivos y educativos. Es decir, lo que se trabaje en clase ha de referirse a alguno de los grandes temas de las ciencias (modelos, conceptos, contextos), los más básicos y relevantes; con ello, debe desarrollar las capacidades cognitivas de los alumnos y acompañarles en su crecimiento personal.

Nos parece que la manera de proceder es diseñar nuevos contenidos y ensayarlos en clase. Disponemos en la actualidad de suficientes conocimientos didácticos para emprender este trabajo que pretende el diseño de una ‘ciencia para todos’ que proporcione auténticas competencias de pensamiento científico. Es el momento de incorporar decididamente los instrumentos didácticos que se han ido configurando en las últimas décadas (mapas conceptuales, bases de orientación, argumentación, discurso en clase, investigaciones o indagaciones protagonizadas por los alumnos...) puesto que, con ellos, el alumno toma conciencia de su aprendizaje científico, que requiere intervenir en los fenómenos e interpretar los resultados. Es el momento también de dar a la experimentación y al lenguaje (leer y escribir ciencias) la importancia que merece.

Por todo ello hemos aceptado la solicitud del Departament d’Ensenyament de elaborar una ‘ejemplificación’ del curriculum de los tres primeros cursos de la ESO que se pueda aplicar en escuelas reales y a tiempo real. Para el equipo encargado de llevar a cabo este trabajo se trata de una investigación en la cual identificamos las dificultades que aparecen y las analizamos para caracterizar todo aquello que deba tenerse en cuenta en el diseño de los contenidos escolares. El equipo está formado por profesorado del Departamento, miembros de la administración educativa y profesores de secundaria en activo

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACION

En esta comunicación mostraremos los aspectos que vertebran el diseño de la ejemplificación curricular a la que hemos nombrado ‘Pensament Científic a l’ESO’. Con este nombre intentamos mostrar que optamos por un proyecto ambicioso, en el cual pretendemos que toda la población tenga acceso al pensamiento abstracto, teórico, que es propio de las ciencias.

Sedestacan los siguientes aspectos que guían nuestro trabajo y que nos proporcionan las preguntas de investigación que organizamos en función de la ‘teoría de contenidos’ que nos ocupa.

- Ideas de alto nivel. Se trata de ‘narrativas’ que proporcionan el ‘vector de desarrollo’, de cada una de las unidades didácticas, de cada curso y del proyecto en conjunto. Estas narrativas proporcionan las finalidades propias de la ciencia escolar (modelizadora, educativa, racional) y contribuyen a construirla.
- Interdisciplinaridad. Creemos que esta ‘ciencia para todos’ no es una suma de disciplinas, sino que debe proporcionar criterios para explicar y comprender el funcionamiento de algunos fenómenos que son relevantes para la salud, el

funcionamiento global del planeta y de sus habitantes, las ideas y modelos científicos básicos. Sin embargo, las dificultades de avanzar son grandes, debido a nuestra propia formación disciplinar; nos damos cuenta de que las ciencias intervienen en los fenómenos según diferentes modelos, irreducibles unos a otros. La enseñanza, entendida como uno de los contextos de las ciencias (Echeverría, 1995), va identificando conceptos transversales pero estamos aún lejos de poder hablar de una ‘ciencia básica para todos’. Esta ciencia con finalidad educativa es la que necesitamos en nuestro proyecto y establece la diferencia entre la ciencia de los científicos (su enseñanza en la universidad) y, a la vez, la autonomía de la ciencia en la escuela. La dificultad que identificamos se refiere a los conceptos transversales, que deben tomar significado en diferentes modelos.

- Modelización y ‘buenas preguntas’. El desarrollo del pensamiento científico de los alumnos pasa por seguir con ellos un proceso de modelización de algunos fenómenos, los más relevantes en los contextos relevantes que se seleccionan. La principal dificultad, derivada de la anterior, está en la relación entre los fenómenos y los modelos, puesto que la priorizamos desde el primer momento; es decir, los modelos disciplinares de muestran y se desarrollan poco a poco, según un mecanismo de ‘cajas negras’ (determinados aspectos de un determinado modelo no se muestra si no es relevante en función de la pregunta que se plantea, sin que esto desvirtue las explicaciones que en este momento se construyen) y de ‘islotos de racionalidad’ (combinando las ‘maneras de mirar’ de diferentes modelos de manera que nos resulte satisfactoria) (Fourez, 2008)
- Experimentación. La construcción de ‘hechos científicos’ es la finalidad de la modelización y para ello la experimentación es imprescindible. Nos preguntamos por la adecuada selección de los experimentos, que han de ser pocos e iluminadores. Para ello se ha de poder intervenir en ellos e iniciar un proceso de semiosis con el cual introducir los símbolos que les vana dar significado científico, abstracto
- Metacognición, instrumentos didácticos. Las clases se diseñan dando un lugar preferente al discurso interactivo y a la reflexión o metacognición. Todo ello configura una atención preferente a la interacción entre alumnos y profesores y un estilo de evaluación formadora.
- Lenguaje multimodal, TIC. Por esta razón, se prioriza el lenguaje multimodal, puesto que sólo así se pueden reconstruir adecuadamente los experimentos en el marco de los modelos científicos (Márquez et al. 2003). La incorporación de las TIC y la estructura y contenido de los libros de ciencias plantean las principales preguntas en este apartado

Las unidades de primero de ESO ya se están aplicando en 8 escuelas públicas y concertadas y los resultados son esperanzadores, puesto que los alumnos trabajan mucho y lo hacen a gusto. El grupo de diseñadores y los profesores responsables de los cursos nos reunimos mensualmente para orientar el trabajo de unos y otros: revisar el diseño de acuerdo a los resultados que vamos obteniendo y perfilar y concretar las preguntas de investigación que van surgiendo

CONCLUSIONES

Nos parece que proceder a ejemplificar el currículo de ESO a ‘escala real’ permite comprender mejor lo que significa una evaluación ‘por competencias’ que con él se propone. Podemos afirmar con contundencia que, para ello, los contenidos de la

enseñanza debe cambiar (no sólo las estrategias docentes), y los libros de ciencias, también.

El trabajo que estamos realizando nos está permitiendo:

Por lo que se refiere al diseño

- Trabajar en grupo en el diseño o según una orientación teórica
- Trabajar en grupo con los profesores que aplican el currículo, sin lo cual la teoría didáctica dejaría de tener sentido.

Por lo que se refiere a las emergencias que se van produciendo

- Combinar documentos que construyen los alumnos y los textos de lectura que les proporcionamos, identificando nuevos formatos para la ciencia escrita escolar (nuevos libros de ciencias)
- Elaborar nuevos instrumentos de evaluación desplazando definitivamente a los antiguos exámenes
- Diseñar experiencias/experimentos que dejan de tener como referentes los de niveles superiores de la enseñanza y confieren autonomía a la ‘ciencia para todos’ de la ESO
- Dar unidad a todo el curso mediante ‘ideas de alto nivel’ que funcionan como vectores de desarrollo de la ciencia escolar
- Explorar vías hacia la interdisciplinaridad o, lo que es lo mismo, hacia una ‘ciencia para todos’ que es más que un ‘collage’ entre conocimientos de diferentes disciplinas.

Por lo que se refiere a la investigación

- Identificamos ‘ideas de alto nivel’ y narrativas que orientan el diseño
- Identificamos relaciones entre contextos y conceptos
- Identificamos los mecanismos de relación entre conceptos transversales y modelos combinando ‘cajas negras’ y ‘islotos de racionalidad’

Forman parte del grupo: Josep Bonil, Anna Marbá, Digna Couso, Montse Roca, Mercè Junyent, Silvia Lope, Fina Guitart, Xavier Muñoz, Miquel Padilla, Marcel Costa, Núria Ribas, Roser Bosch, Josep Corominas.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d’Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia SEJ2009-13890-C02-02).

BIBLIOGRAFIA

- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia*. Akal: Madrid.
- Fensham, P. (2001). Science content as problematic. Issues for research, en Behrend, H et al, (eds) en *Research in Science Educations: Past, present and futur*, pp. 27-42. Dordrecht: Kluwer.
- Fourez, G. (2008). *Cómo se elabora el conocimiento*. Narcea: Madrid.
- Izquierdo, M. (1992). Reconsidering the sciences curriculum starting from contemporary (converging) models of sciences and cognition: a research program. *History and Philosophy of Science & Science Education*. In : Hills, S. (ed.). Queen's University Press: Kingston. Canadá. Vol.I, pp. 517-530.
- Linjse, P., Klaasen, K, (2004) Didactical structures as an outcome of research on teaching- learning sequences. *Int. J. Sci.Educ.* 26 (5), 537-554
- Márquez, C., et al. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 371–386.
- Osborne, J. (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*, 80 (1), 53-82
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro and symbolic. *Int.J.Sci.Educ.*, 33(2), 179-195
- White, R. (1994). The dimension of content en '*The content of Science*', pp. 20-30, Viennot et al eds. Dordrecht: Kluwer.

Audiovisuales sobre el Practicum en el Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria de Física y Química

Martínez Aznar, M^a M. y Lamas Calzada, S.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid. mtzaznar@edu.ucm.es.

RESUMEN

En este trabajo se presentan algunos resultados de un Proyecto de Innovación y de Mejora de la Calidad Docente subvencionado por la UCM en la convocatoria de 2011.

Durante el periodo del Practicum del Máster en Formación Inicial del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MFPS), se llevó a cabo un proyecto audiovisual, para la especialidad de Física y Química, que consistió en el diseño y elaboración de un DVD, con su correspondiente guía didáctica, sobre dificultades de aprendizaje y estrategias de enseñanza para la dinámica de 1º de Bachillerato, con la finalidad de elaborar recurso para las asignaturas de Didáctica específica y/o seminarios para el Practicum.

Palabras clave

Practicum, Audiovisuales, Dinámica, Bachillerato, Formación inicial de profesores de secundaria

INTRODUCCIÓN

El Practicum del Máster en Formación Inicial del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MFPS) puede considerarse el buque insignia de la titulación, del que dependerá, en gran medida, el éxito o fracaso de esa empresa educativa.

Las prácticas docentes en centros de secundaria permiten que los estudiantes, manifiesten los conocimientos y competencias conseguidos en los otros módulos del título. Es la oportunidad de analizar la realidad de las aulas escolares en términos de los marcos teóricos manejados en las asignaturas precedentes.

El modelo formativo para la formación inicial de profesores asumido en la UCM es finalista, es decir, se lleva a cabo después de haberse abordado los contenidos psicopedagógicos y sociológicos del módulo Genérico y los complementos formativos y conocimientos didácticos del módulo Específico.

La fase del Practicum tiene como objetivos: *“Adquirir experiencia en la planificación, la docencia y la evaluación de las materias correspondientes a la especialización; Acreditar un buen dominio de la expresión oral y escrita en la práctica docente; Dominar las destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar un clima que facilite el aprendizaje y la convivencia; Participar en las propuestas de mejora en los*

distintos ámbitos de actuación a partir de la reflexión basada en la práctica” (ORDEN ECI/3858/2007).

Las prácticas docentes (12ECTS) se desarrollan en dos periodos: uno corto de una semana y otro largo de dos meses y medio de duración, con una permanencia de entre 20 y 25 horas semanales en los centros escolares.

El primer contacto tiene como misión que el estudiante conozca la realidad cotidiana del aula/departamento escolar y los diferentes aspectos vinculados con ello y, realice una aproximación al contexto social y organizativo del centro, y a la cultura profesional propia que en él se desarrolla, estableciendo su vinculación con el funcionamiento del aula. El periodo largo de las prácticas docentes persigue que los futuros profesores puedan coordinar los conocimientos adquiridos en el centro escolar con las aportaciones teóricas y prácticas obtenidas en los restantes módulos. Además, se busca la conexión entre la docencia y la investigación educativa lo que supone no sólo que el estudiante inicie su crecimiento como profesor, sino que se consiga un enriquecimiento para los centros escolares y la Universidad. Todo ello, para procurar que los estudiantes adquieran las competencias profesionales básicas de: observación, diagnóstico, comunicación, planificación y gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje de los escolares.

Para el desarrollo de la materia se disponen de diferentes documentos: “*Estructura y Guía de desarrollo del Practicum*” y, orientaciones para su evaluación y calificación dirigidos a los tutores de los centros escolares y a los tutores de la universidad en base a las competencias del título según la ORDEN ECI/3858/2007 de 27 de diciembre, en cuyo diseño y elaboración participó la coautora durante los dos primeros cursos de implantación del MFPS, en el que tuvo a su cargo la coordinación general del Practicum.

FINALIDAD Y DESARROLLO DEL PROYECTO AUDIOVISUAL

Durante las prácticas desarrolladas en situaciones reales de aula en centros educativos, los futuros profesores de secundaria tienen la oportunidad de hacer una reflexión teórico-práctica, fundamental para su formación. Como recursos para favorecer dicha reflexión sobre la acción, se pueden utilizar las clases impartidas por los propios estudiantes con la intención de analizar las relaciones alumno-profesor y entre iguales, así como las de ambos con el conocimiento científico escolar.

Así, para el curso 2010-2011, segundo curso de implantación del MFPS, se propuso diseñar y elaborar audiovisuales sobre las prácticas docentes, realizadas por futuros profesores de la especialidad de Física y Química, durante su estancia en los centros educativos, que sirvan de base para la reflexión y análisis de las prácticas de enseñanza vividas en los Seminarios de acompañamiento que se realizan durante el desarrollo del Practicum y/o en las asignaturas de Didáctica específica.

Marco teórico de referencia

Como punto de partida se considera que la formación de docentes de alto nivel requiere de “un plan de formación organizado en torno a competencias”, de “una verdadera articulación entre la teoría y la práctica” y de “un aprendizaje a través de problemas, desde una perspectiva clínica” (Perrenoud, 2001).

Si se tiene en cuenta el primer requisito, en vez de partir únicamente de los conocimientos teóricos para configurar los programas de las diferentes materias, habría

que tener muy en cuenta que, en general, dichos conocimientos no son saberes para enseñar, sino saberes que hay que enseñar. Es decir, se debería reflexionar sobre qué conocimientos necesitaría un docente para realizar su tarea profesional.

Así, se considera que la visualización de las imágenes de clases reales con fines didácticos, dónde se seleccionan secuencias, se ordenan y jerarquizan, permiten ir más allá de su mera contemplación, constituyendo un vehículo para el aprendizaje de los profesores en formación inicial (Ezquerro y Polo, 2011).

En este caso, para diseñar y elaborar vídeos sobre las dificultades de aprendizaje respecto a las fuerzas, la mecánica y la dinámica se considera la importancia de las imágenes en la construcción de modelos mentales (Martínez Aznar y otros, 2011). La percepción de imágenes es un proceso activo, en el cuál el receptor construye con anticipación cierta información que le permite contrastar el estímulo y aceptarlo o rechazarlo según se adecue o no a sus modelos (Díaz, 1993). El lenguaje audiovisual se basa en un conjunto de estímulos auditivos y visuales que participan de tal iconicidad que el receptor asume lo que percibe como verdaderamente real. Este lenguaje, muy presente en nuestra cultura audiovisual, necesariamente impacta significativamente en la educación (Novoa, 2000).

Productos

Para la elaboración de los vídeos se realizaron grabaciones de un estudiante en práctica docente durante el desarrollo de la Unidad Didáctica (UD) sobre las “Fuerzas y los Principios de la Dinámica” de la asignatura de Física y Química de 1º de bachillerato en la modalidad de Ciencias y Tecnología¹. El diseño de la UD siguió las directrices indicadas en el documento orientador del Practicum ya mencionado.

A partir de las grabaciones en audio y vídeo de las sesiones de clase se editó el audiovisual “*El Practicum en la Formación Inicial del Profesorado de Educación Secundaria de Física y Química como Herramienta para la Reflexión Teórico-Práctica*”, con las características que se recogen en la Figura 1, y que consta de tres documentos audiovisuales:

- *Introducción*, donde se indican aspectos generales del Practicum y se expresan las finalidades y características de los vídeos.
- *Vídeo 1: Diagnóstico de concepciones alternativas sobre Dinámica*, que aborda las concepciones alternativas: “Los objetos más pesados caen más rápido”, “Si la fuerza ejercida en un objeto es constante entonces la velocidad también es constante” y “Los cuerpos siempre se mueven en la dirección de las fuerzas aplicadas”, a partir de las respuestas a actividades realizadas por los escolares.
- *Vídeo 2: Actividades escolares en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre Dinámica*, que muestra, para los distintos momentos del proceso de enseñanza para el cambio conceptual, diferentes tipos de actividades: identificación de concepciones alternativas, experiencias de aula, resolución de problemas cerrados y vídeos.

Además, el proyecto audiovisual dispone de una guía didáctica que acompaña al DVD con los siguientes apartados:

- Presentación
- Finalidad
- Competencias

- Preparación de la/s sesión/es de vídeo
- Durante la sesión de trabajo con el vídeo 1
- Durante la sesión de trabajo con el vídeo 2, y
- Después de las sesiones de trabajo con los vídeos.

En cada vídeo se formulan preguntas que orientan el desarrollo del Seminario/clase permitiendo hacer pausas para su contestación que, por otra parte, aparecen resueltas en la guía didáctica.

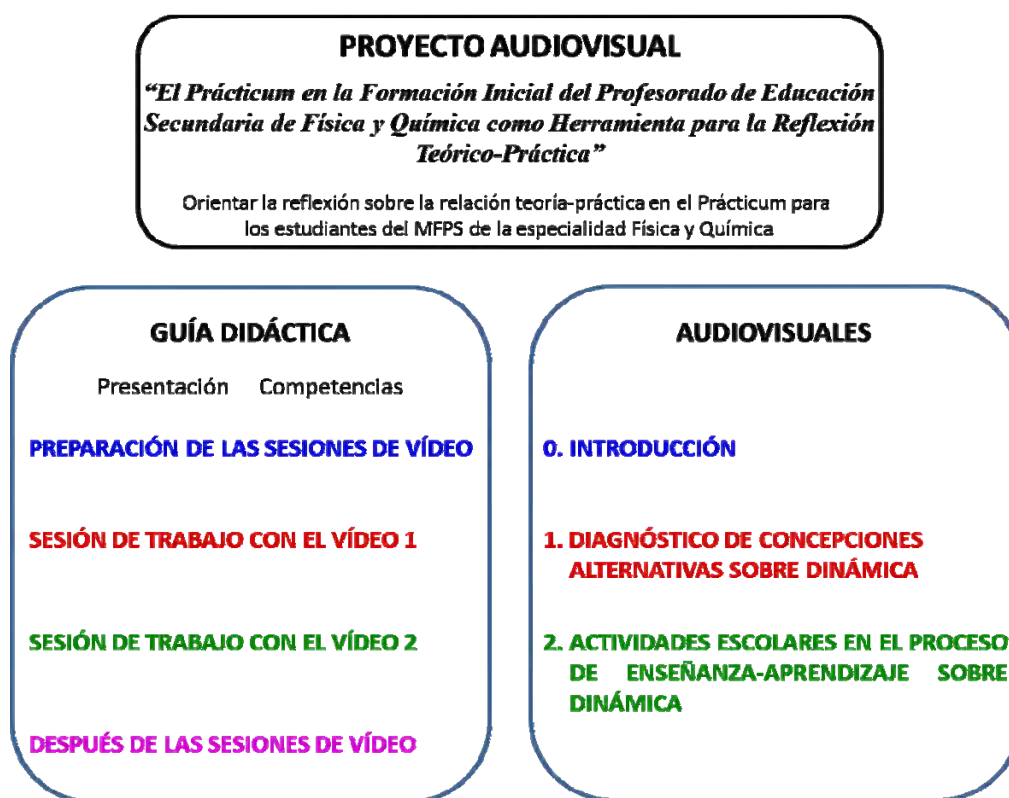


Figura 1. Resumen de los componentes del proyecto audiovisual

En los diferentes apartados de la guía se hacen sugerencias para un mejor aprovechamiento de los materiales por parte del profesorado del Máster. Por ejemplo, previamente al visionado se recomienda analizar las planificaciones de las clases que hayan realizado los estudiantes durante el desarrollo de sus prácticas docentes, en términos de los contenidos abordados, sus transposiciones didácticas, y las actividades en cuanto a tipos, secuencia y finalidades.

Por último, se proponen actividades para trabajar después de abordar los vídeos. Por ejemplo, buscar en la literatura didáctica otras concepciones alternativas sobre los temas abarcados y cuestionarios/items para su diagnóstico y detección.

CONCLUSIONES

Los audiovisuales sobre las prácticas docentes, llevadas a cabo por los futuros profesores de secundaria de la especialidad de Física y Química, constituyen un recurso

de gran valor formativo para conseguir los objetivos del Practicum del MFPS. Su disponibilidad permite promover la reflexión sobre la acción y ejemplificar los roles docentes y discentes durante los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Además, la intervención en la planificación y realización de los audiovisuales de los formadores de los futuros profesores de secundaria maximiza su valor formativo y su utilidad, no sólo ya para el Practicum y/o los Seminarios relacionados con él, sino también para la mejora de las asignaturas de Didáctica específica. La intencionalidad de las imágenes recogidas y editadas, permiten abordar contenidos relacionados con el aprendizaje escolar, las concepciones alternativas, la transposición didáctica y las estrategias de enseñanza de contenidos curriculares, con mejores probabilidades de apreciación por parte de los futuros profesores de secundaria que las exposiciones orales que abarquen esos contenidos.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz, C. (1993). *El abecedario gráfico, alfabetización visual*. Madrid: Ediciones de la Torre.

Ezquerro, A. y Polo, A.M. (2011). Requisitos para la elaboración de audiovisuales escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 453-462.

Martínez Aznar, M^a M., Gutiérrez, A., Sánchez, A. E., Torralba, M^a C., Ovejero, P. y Recio, P. (2011). *Una propuesta de Enseñanza-Aprendizaje para el equilibrio químico*. Madrid: Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia de la UCM. ISBN 978-84-96702-40-0.

Novoa, A. (2000). Ways of saying, ways of seeing: Public images of teachers (19-20th centuries). *Paedagogica Historica*, 36, 21.

Perrenoud, Ph. (2001). La formación de los docentes en el siglo XXI. *Revista de Tecnología Educativa*, XIV, 3, 503-523.

ⁱNuestro agradecimiento a los escolares del IES Gregorio Marañón de Madrid, al profesor titular de la asignatura Dr. Francisco Sotres y al equipo directivo por facilitarnos el acceso a las aulas.

Ideas del profesorado de secundaria en formación inicial sobre los mapas conceptuales y sus aplicaciones educativas

⁽¹⁾ Pontes, A., ⁽²⁾ Serrano, R., ⁽³⁾ Varo, M. y ⁽⁴⁾ Muñoz, J.M.

^(1,3) *Departamento de Física Aplicada, Universidad de Córdoba*

^(2,4) *Departamento de Educación, Universidad de Córdoba*

⁽¹⁾ apontes@uco.es

RESUMEN

Este trabajo forma parte de una investigación sobre el uso de los mapas conceptuales en la formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria del área científico-técnica. En este estudio hemos diseñado un cuestionario de escala likert para recoger las opiniones mostradas por un conjunto de estudiantes de esta área que han cursado una materia optativa del máster de educación secundaria, orientada a desarrollar competencias comunicativas en la formación docente. Entre los resultados obtenidos podemos destacar que los futuros profesores de ciencia y tecnología no conocen apenas los mapas conceptuales ni sus posibles aplicaciones, antes de iniciar esta materia, pero aprenden a elaborarlos fácilmente y los encuentran útiles para la educación y para mejorar su formación docente.

Palabras clave

Máster de profesorado de secundaria, opiniones del alumnado de ciencia y tecnología, representación del conocimiento, mapas conceptuales, competencias comunicativas.

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTO

Desde hace algún tiempo estamos llevando a cabo un proyecto de trabajo, orientado a la mejora de la formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria, del área científica y tecnológica. El proyecto de trabajo se sustenta en un enfoque constructivista y reflexivo de la educación científica y de la formación del profesorado (Pontes, 2012), que trata de fomentar la reflexión individual, el trabajo en grupo, la interacción social en el aula y el debate colectivo, como instrumentos necesarios para la transferencia y la construcción de ideas sobre la complejidad de la profesión docente en la educación contemporánea.

Este enfoque se está implementando en diversas materias del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria, con ayuda de un grupo de trabajo docente, a través de un proyecto en el que se abordan aspectos relacionados con la exploración de motivaciones y concepciones del alumnado o con el diseño de actividades de aula y la introducción de nuevas estrategias y recursos (Pontes y Oliva, 2011). En este trabajo vamos a exponer algunos resultados relacionados con el uso de mapas conceptuales, considerados como actividades de aprendizaje reflexivo y significativo, en el contexto de una materia

optativa en la que se pretenden desarrollar competencias docentes relacionadas con la representación y la comunicación del conocimiento en la docencia.

Los mapas conceptuales constituyen un modelo de representación del conocimiento que ayuda a reconocer visualmente los conceptos más importantes, las relaciones entre ellos, la forma de organización jerárquica en grados de dificultad o de importancia, y que permite construir una imagen mental de la información que estamos procesando (Cañas, Novak y González, 2004). Esta manera gráfica de representar los conceptos y sus relaciones provee a los profesores y alumnos de un recurso útil para organizar, sintetizar y comunicar lo que saben sobre un tema determinado. Por tanto, los mapas conceptuales pueden utilizarse como recursos docentes por parte del profesor a la hora de mostrar información sintética y estructurada sobre algo, o pueden utilizarse como estrategias de aprendizaje que desarrollan los alumnos cuando abordan el estudio de un tema.

El uso educativo de los mapas conceptuales se fundamenta inicialmente en la teoría del aprendizaje significativo y posteriormente se integra en la visión constructivista sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje (Novak, 1991; Novak y Cañas, 2005), donde los conocimientos previos del alumno pueden interpretarse en términos de esquemas cognitivos. En este enfoque educativo, aprender consiste en incorporar a la estructura de memoria nuevos conocimientos y ser capaz de recuperarlos y usarlos cuando se necesita.

Para representar el conocimiento de los profesores en formación inicial mediante mapas conceptuales, elaborados con recursos informáticos, estamos utilizando el software CmapTools (González et al., 2010; Murga-Menoyo, Bautista y Novo, 2011). Esta herramienta ofrece la posibilidad de construir, guardar y modificar mapas conceptuales de una manera sencilla, pudiendo agregar recursos digitales de todo tipo. En lo que a este trabajo respecta nos interesa destacar el hecho de que este tipo de mapas, utilizados como actividades de aula, obligan a reflexionar sobre el propio conocimiento a quienes los realizan, ayudan a visualizar las deficiencias del proceso de aprendizaje de cualquier materia en un momento dado y también permiten representar la evolución en la construcción del conocimiento de una persona o la influencia del aprendizaje colaborativo (Pontes y Serrano, 2008).

DISEÑO DEL ESTUDIO

Los datos que se exponen en este trabajo se han recogido en un estudio realizado con alumnos del máster de formación del profesorado de secundaria, del área científico-técnica, en la segunda fase de un proyecto de innovación en el que se pretende explorar cómo influye la elaboración de mapas conceptuales (con ayuda de recursos TIC) en la mejora de la formación inicial docente. En esta innovación se aplica una metodología de enseñanza activa y colaborativa, en la que los mapas conceptuales se utilizan como actividades de aprendizaje reflexivo y significativo, por parte de los profesores en formación (Pontes, Serrano y Muñoz, 2011).

Objetivos

La experiencia se ha llevado a cabo en una materia optativa del máster denominada “Técnicas de comunicación para docentes”, en la que existe un bloque de contenidos relacionados con la representación y la comunicación del conocimiento en la educación. Tales contenidos se desarrollan en dos seminarios de cinco horas presenciales, en los que el alumnado realiza una serie de actividades y al finalizar cada seminario los

alumnos responden voluntariamente a una encuesta que permita recoger sus opiniones sobre los temas abordados. A partir de las ideas recogidas en la primera fase de la investigación se ha elaborado un cuestionario de escala Likert, destinado a realizar un análisis cuantitativo más profundo de la valoración que hacen los profesores en formación acerca de las actividades y recursos usados en esta experiencia. Por motivos de limitación de espacio, en este trabajo sólo se mostrarán los resultados de la encuesta correspondiente al primer seminario. Por tanto, los objetivos específicos de este estudio han sido los siguientes:

- Aprender a elaborar mapas conceptuales como actividades de interés para el profesorado en formación, tratando de valorar las características del proceso de instrucción seguido para aprender esta técnica de representación del conocimiento y sus posibles funciones educativas.
- Recoger datos sobre las opiniones del alumnado acerca de los recursos utilizados y las actividades realizadas, que puedan ser útiles para el desarrollo de la investigación educativa en el tema de la representación del conocimiento con fines docentes.

Hay que considerar que en este proyecto de innovación se persiguen también otras metas complementarias, relacionadas con la influencia de los mapas conceptuales en el desarrollo de competencias docentes, como son la capacidad para utilizar las TIC en el aula y la capacidad de trabajar en equipo. Sobre tales aspectos ya se han recogido datos anteriormente mediante un estudio exploratorio de las opiniones del alumnado, utilizando cuestiones abiertas (Pontes, 2012), que han servido de base para la elaboración del nuevo instrumento de investigación.

Método

La metodología de trabajo, los recursos empleados y las características de las actividades realizadas en el aula en esta innovación se han expuesto detalladamente en el estudio exploratorio citado anteriormente y, por tanto, en este trabajo vamos a centrarnos en mostrar los resultados obtenidos con el cuestionario aplicado al finalizar el primer seminario de esta experiencia, donde los alumnos del máster expresan su opinión acerca de los mapas conceptuales como estrategia de formación docente y sus aplicaciones educativas. Los datos recogidos acerca de los restantes fines de esta experiencia se mostrarán y analizarán en un trabajo posterior más amplio.

Instrumento

El instrumento de investigación empleado en este estudio, que constituye la primera parte del cuestionario global elaborado para valorar esta experiencia, está formado por 24 ítems. Los tres primeros corresponden a la recogida de datos sobre edad, género, especialidad del máster cursada por cada estudiante y una cuestión abierta acerca de sus conocimientos previos sobre mapas conceptuales. Los restantes ítems son proposiciones cerradas acerca de las que el sujeto encuestado ha de valorar su grado de acuerdo en una escala Likert de cuatro niveles (1 = nada, 2 = poco, 3 = bastante, 4 = mucho). Los enunciados de tales proposiciones se muestran en las Tablas 1 y 2, que se han integrado en el apartado de resultados de este estudio para que el lector pueda comparar directamente los enunciados de los ítems con los datos cuantitativos recogidos para cada proposición. El cuestionario en su conjunto presenta un coeficiente de fiabilidad moderadamente alto, obtenido mediante la prueba alfa de Crombach (0'831), tras la recodificación en sentido inverso de algunos ítems que apuntan en dirección contraria a la dimensión global del pensamiento valorado en este cuestionario.

Muestra

Con el test empleado en este estudio se han recogido datos de 76 estudiantes de los dos últimos cursos del Máster de Profesorado de Secundaria (45 mujeres y 31 hombres), del macro-área de ciencia y tecnología, que han cursado la materia optativa “Técnicas de comunicación para docentes”. La edad media de los sujetos encuestados era de 25’42 años (Desviación típica = 3’03). Los porcentajes por especialidades son los siguientes: Biología y Geología (30’2 %), Sanidad y Educación Física (15’8 %), Física y Química (14’5 %), Tecnología y Dibujo (21’1 %), Matemáticas e Informática (18’4 %).

PRIMEROS RESULTADOS

Al llevar a cabo esta innovación metodológica hemos tratado de mejorar el proceso de formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología y al mismo tiempo pretendemos desarrollar algunas cualidades y competencias docentes de carácter general, como son la capacidad de reflexionar sobre el propio conocimiento, el diseño de actividades motivadoras para el trabajo en el aula o el uso de las técnicas de representación del conocimiento para la exposición verbal de información académica. Por ello, en el primer seminario de esta experiencia se ha dedicado cierto tiempo a explicar la técnica de elaboración manual de mapas conceptuales y después los alumnos han desarrollado individualmente un ejemplo práctico de mapa, como síntesis de un texto relacionado con la primera experiencia docente de un profesor novel en un centro de enseñanza secundaria (Pontes, 2012).

Después han de realizar un mapa colaborativo de dicho texto trabajando en equipos de dos o tres personas, que ha de entregarse al profesor para su valoración. Finalmente, en las horas de trabajo no presencial de esta materia, los alumnos realizan de forma individual o en grupo un mapa conceptual sobre un texto educativo a elegir de entre un conjunto de temas proporcionados por el profesor o sobre un tema de su interés, siempre y cuando no se trate de un texto muy extenso. Para ilustrar el tipo de trabajos que desarrollan nuestros alumnos se muestra en la Figura 1 un mapa sobre el tema de biomoléculas, elaborado por dos estudiantes de la especialidad de Biología-Geología.

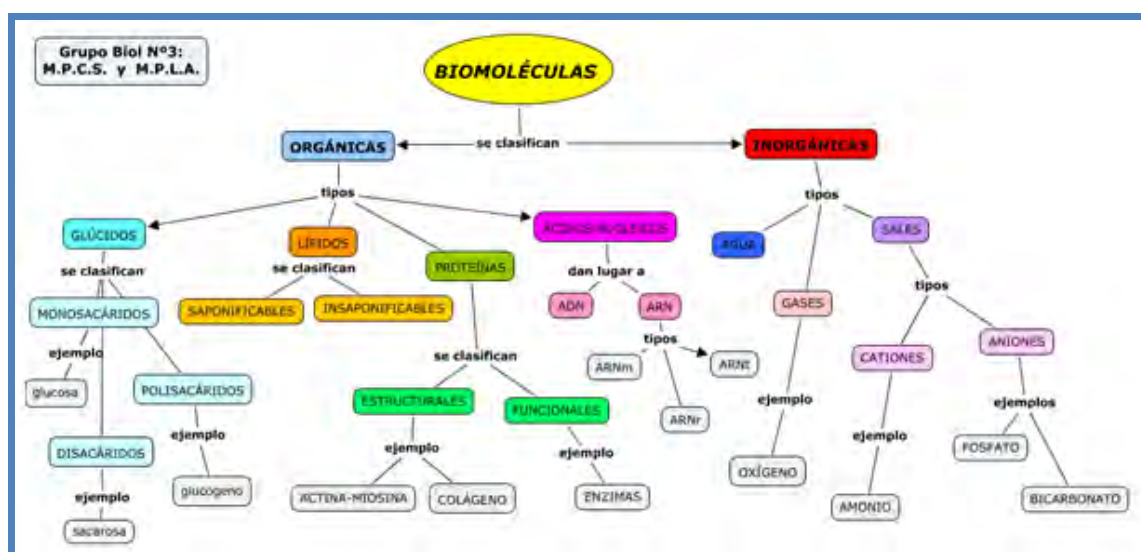


Figura 1: Ejemplo de mapa conceptual individual sobre un tema de biología

Durante el desarrollo de la experiencia hemos podido constatar, mediante la observación del trabajo realizado en el aula, que los mapas conceptuales elaborados por el alumnado del máster sirven como recurso para el desarrollo de tareas que fomentan la reflexión y la actividad mental, como son las siguientes: a) seleccionar y extraer los elementos más relevantes de un tema para ubicarlos dentro del mapa; b) interpretar, comprender y extraer una visión sintética y global del tema representado; c) mostrar de forma visual el conocimiento de una persona acerca de un tema en cualquier instante del proceso de aprendizaje; d) reflejar el proceso de construcción del conocimiento al insertar nuevos conceptos en la propia organización mental e incorporar ideas procedentes del trabajo cooperativo.

A continuación vamos a exponer y analizar las opiniones del alumnado del máster de profesorado, del área de ciencia y tecnología, sobre las actividades realizadas en el primer seminario de esta experiencia docente y las funciones educativas que pueden desempeñar los mapas conceptuales, considerados como instrumentos de enseñanza, aprendizaje y comunicación en el aula.

Opiniones sobre la elaboración de mapas conceptuales individuales

En la primera parte del cuestionario se han utilizado 12 ítems destinados a conocer las opiniones del alumnado sobre el proceso de elaboración individual de mapas conceptuales. Pero es necesario partir del hecho de que más de dos tercios de la muestra no conocían previamente el uso de mapas conceptuales para representar su propio conocimiento, según hemos recogido en una cuestión abierta previa. En la Tabla 1 se muestra el enunciado de tales ítems y los resultados correspondientes al análisis de frecuencias relativas (en %) de las diferentes categorías de la escala (entre 1 y 4).

Para el análisis de resultados vamos a realizar una agrupación por los extremos de las cuatro categorías de la escala de opinión, de modo que podemos hablar de sujetos que están globalmente en contra (niveles 1 y 2) o a favor (niveles 3 y 4) de la proposición recogida en cada ítem. Analizando con tales criterios los resultados de la Tabla 1 se observa que nueve de cada diez sujetos creen que les ha resultado fácil aprender a elaborar mapas conceptuales (1h) y que sólo uno de cada siete estudiantes cree que se necesita bastante tiempo y esfuerzo para aprender bien a construir mapas conceptuales (1a). Sin embargo, casi tres cuartas partes de la muestra consideran que es necesario tener paciencia y practicar hasta que sale un buen mapa (1b).

En relación a los problemas específicos que encuentran al elaborar mapas conceptuales hay cerca de un tercio de estudiantes que han experimentado dudas o confusiones al aprender la técnica de elaboración (1c) y existe una cuarta parte de sujetos que han tenido dificultades para buscar las palabras de enlace entre conceptos (1g). Una quinta parte de los estudiantes opinan que les cuesta trabajo seleccionar las ideas principales del tema (1e), algo más de un tercio creen que resulta difícil organizar la distribución espacial de los conceptos del mapa (1f) y más de tres quintas partes de los alumnos consideran que no resulta sencillo estructurar el conocimiento que se debe representar en forma de mapa (1d).

Además de registrar las posibles dificultades que encuentran los futuros profesores al aprender a elaborar mapas conceptuales, el cuestionario también nos permite conocer otro tipo de opiniones que nos parecen interesantes para la formación docente. Por ejemplo, algo más del noventa por ciento de los participantes en la experiencia manifiestan que se han sentido motivados al aprender a elaborar mapas conceptuales

(1i) o que les parece una actividad interesante o divertida (1j). También hay algo más de cuatro quintas partes de sujetos que consideran que el trabajo de reflexión realizado al elaborar un mapa es importante para representar bien el conocimiento (1k) y un porcentaje similar de alumnos creen que ese esfuerzo es útil para mejorar el proceso educativo y favorecer la renovación metodológica (1l).

ÍTEMS DE LA PRIMERA PARTE DEL CUESTIONARIO	(1)	(2)	(3)	(4)
a) Se necesita dedicar bastante tiempo y esfuerzo para construir bien los mapas	35,5	51,3	9,2	3,9
b) Es importante la práctica reiterada y tener paciencia	7,9	17,1	31,6	43,4
c) He experimentado dudas o confusiones durante el aprendizaje de esta técnica	31,6	35,6	15,7	17,1
d) No es fácil estructurar el conocimiento que se desea representar sobre un tema	17,1	18,4	44,7	19,7
e) Cuesta bastante trabajo seleccionar las ideas principales del tema	37,7	40,8	17,1	3,9
f) Resulta difícil organizar la distribución espacial de los conceptos del mapa	28,9	34,2	27,6	9,2
g) He tenido dificultades para buscar las palabras de los enlaces entre conceptos	42,1	32,9	18,4	6,6
h) Es fácil llegar a familiarizarse con la técnica de elaborar mapas conceptuales	2,6	7,9	38,2	51,3
i) Me he sentido motivado y contento al aprender a diseñar este tipo de mapas	1,3	6,6	39,5	52,6
j) Me parece una actividad docente interesante o divertida	3,9	9,2	40,8	46,1
k) El trabajo de reflexión realizado al elaborar un mapa es importante para representar bien el conocimiento	5,2	14,5	38,2	42,1
l) Este tipo de actividades suponen un cambio metodológico respecto a la enseñanza tradicional	2,6	10,5	32,9	52,0

Tabla 1: Porcentajes por categorías de respuesta en la primera parte

Tales opiniones indican que han existido algunas dificultades durante el aprendizaje de la técnica de elaboración de mapas conceptuales, pero en general existe una valoración satisfactoria acerca de dicho proceso, destacando especialmente el carácter motivador y renovador que supone realizar este tipo de actividades en el proceso de formación inicial docente.

Opiniones sobre las funciones educativas de los mapas conceptuales

En la segunda parte del cuestionario se han utilizado 8 ítems destinados a conocer las opiniones del alumnado sobre las funciones educativas de los mapas conceptuales. En la Tabla 2 se muestra el enunciado de tales ítems y se exponen los resultados correspondientes al análisis de frecuencias relativas de las diferentes categorías de la escala de valoración.

Analizando los datos expuestos en la Tabla 2 con los mismos criterios expuestos anteriormente podemos observar que los futuros profesores valoran bastante bien las principales funciones educativas de los mapas conceptuales registradas en la literatura existente sobre el tema (Novak y Cañas, 2005; Pontes y Serrano, 2008). Más del noventa por ciento de los sujetos encuestados consideran que los mapas conceptuales favorecen la organización de la memoria y la recuperación de la información (2a) y también favorecen la síntesis de la información y la organización de los contenidos de un tema (2d). Algo más de cuatro quintas partes de los sujetos de la muestra creen que la elaboración de mapas conceptuales obliga a reflexionar sobre un tema, para poder relacionar conceptos previos y construir nuevas ideas (2c), lo cual contribuye a mejorar la comprensión de los contenidos de un tema y la eficacia del aprendizaje (2b).

ÍTEMS DE LA SEGUNDA PARTE DEL CUESTIONARIO	(1)	(2)	(3)	(4)
a) Los mapas conceptuales favorecen la organización de la memoria y la recuperación de la información	2,6	9,2	28,9	59,2
b) Mejoran la comprensión de los contenidos de un tema y la eficacia del aprendizaje	3,9	14,5	36,8	44,8
c) Obligan a reflexionar sobre un tema, para poder relacionar conceptos previos y construir nuevas ideas	7,9	11,8	27,6	52,6
d) Favorecen la síntesis de la información y la organización de los contenidos	1,3	3,9	40,8	53,9
e) Pueden llegar a ser una buena técnica de estudio	6,6	15,7	52,6	25,0
f) Pueden ser un recurso docente útil para mejorar la explicación de un tema	5,2	10,4	43,4	40,8
g) Constituyen una actividad que desarrolla la creatividad del autor del mapa	2,6	11,8	48,7	36,8
h) Pueden ser útiles para realizar exposiciones y favorecer la comunicación en el aula	1,3	6,6	36,8	55,3

Tabla 2: Porcentajes por categorías de respuesta en la segunda parte

Otras funciones educativas de interés destacadas por nuestros alumnos se centran en el sujeto que aprende o en el profesor que los usa como recurso docente. Casi el ochenta por ciento de los futuros profesores creen que la elaboración de mapas por alumnos sería útil como técnica de estudio (2e) y que ayuda a desarrollar la creatividad (2g). Un porcentaje similar de sujetos creen que los mapas conceptuales pueden ser un recurso docente válido para mejorar la explicación de un tema (2f) y algunos más creen que pueden ser útiles para realizar exposiciones y favorecer la comunicación en el aula (2h).

CONCLUSIONES

En este trabajo se han expuesto los resultados de la primera parte de un cuestionario elaborado para valorar las opiniones del alumnado de ciencia y tecnología del máster de profesorado de secundaria, tras el desarrollo de una experiencia innovadora basada en utilizar mapas conceptuales para representar el conocimiento del profesorado en formación y favorecer la comunicación en los procesos educativos. Los datos recogidos en el cuestionario confirman la tendencia de resultados recogidos en la primera experimentación de esta innovación, en la que usamos cuestiones abiertas para explorar

las opiniones del alumnado sobre la técnica de elaboración de mapas conceptuales y sus funciones educativas (Pontes, 2012).

En general podemos afirmar que los futuros profesores del área de ciencia y tecnología aprenden de forma rápida y fácil a elaborar mapas conceptuales, valorando muy positivamente sus aplicaciones educativas para mejorar el aprendizaje, la enseñanza y la comunicación en el aula. Sin embargo, somos conscientes de que el número de participantes en esta fase del proyecto no es suficientemente grande como para considerar que tales resultados son generalizables y por otra parte creemos que es necesario depurar el cuestionario utilizado, para mejorar su validez y fiabilidad como instrumento de investigación del pensamiento docente. Por limitaciones de espacio no se han podido tratar otros temas estudiados en esta experiencia como son las opiniones de los futuros profesores sobre el proceso de aprendizaje colaborativo y el uso de herramientas TIC (como CmapTools) para elaborar mapas conceptuales, los cuales se abordarán en trabajos posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Cañas, A. J. Novak, J. D. & González, F. M. [Eds.] (2004). *Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of 1º international conference on concept mapping*. Pamplona: Universidad de Navarra. En <http://www.ihmc.us/> (Acceso: 5-2-12)
- González, F., Guruceaga, A., Pozueta, E. y Porta, S. (2010). Una aproximación al conocimiento de una profesora universitaria, agente de buenas prácticas docentes, utilizando mapas conceptuales. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*. 14(3), 117-130
- Murga-Menoyo, M.A., Bautista-Cerro, M.J. y Novo, M. (2011). Mapas conceptuales con CmapTools en la enseñanza universitaria de la educación ambiental. Estudio de caso en la UNED. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 47-60.
- Novak, J. D. y Cañas, A. J. (2005). *Construyendo sobre Nuevas Ideas Constructivistas y la Herramienta CmapTools para Crear un Nuevo Modelo para la Educación*. En <http://www.ihmc.us/> (Acceso: 5-2-12).
- Novak, J.D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender: La opinión de un profesor investigador. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 215-228.
- Pontes, A. y Serrano, R. (2008). Mapas conceptuales y tecnología educativa. En A. Pontes. [Coord.]: *Aspectos generales de la formación del profesorado de educación secundaria*. pp. 309-331. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- Pontes, A., Serrano, R., Muñoz, J.M. y López, I. (2011). Innovación educativa sobre aprendizaje colaborativo con Cmap Tools en la formación inicial docente. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 4(2), 136-154.
- Pontes, A. y Oliva, J.M. (2011). Enfoque reflexivo en la formación inicial del profesorado de física de enseñanza secundaria. *Actas de XXXIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física y Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física*. pp. 67-69. Santander: RSEF-Universidad de Cantabria.
- Pontes, A. (2012). Representación y comunicación del conocimiento con mapas conceptuales en la formación del profesorado de ciencia y tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 108-125.

Actividades de enseñanza, calentamiento global y desarrollo de la competencia científica en la ESO. Una propuesta para la formación inicial del profesorado de ciencias¹

Rueda, J.A.¹; Blanco, A.¹; España, E.¹ y De Pro, A.²

¹*Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Málaga.* ²*Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Murcia.*
jaruedaseron@uma.es

RESUMEN

Presentamos una propuesta formativa realizada en el marco del Máster en Profesorado de Secundaria, con estudiantes de las especialidades de Biología y Geología y de Física y Química. Con ella, se pretende atender a los requerimientos que plantea el desarrollo de competencias básicas en la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria y se ha contextualizado en el problema del calentamiento global. Como principios didácticos se han considerado las concepciones y creencias de los futuros profesores, la utilización de los conocimientos como característica distintiva del concepto de competencia y la reflexión como aspecto clave en el desarrollo profesional. Se describe el contexto en el que se ha llevado a cabo la propuesta, sus objetivos, su estructura, sus sesiones y cómo se ha realizado la evaluación de los participantes.

Palabras clave

Educación Secundaria Obligatoria, Formación inicial profesorado de ciencias, Competencia científica, Calentamiento global, Actividades de enseñanza-aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

La formación inicial del profesorado de secundaria ha sido una de las asignaturas pendientes de nuestro sistema educativo. En el año 2007 el CAP se sustituye por el Máster en Profesorado de Secundaria (Orden ECI/3858/2007, BOE nº 312, de 27 de diciembre) como titulación de postgrado en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Aunque la introducción de estos cambios en la formación inicial del profesorado se considera un requisito de partida para mejorarla, son necesarios estudios que ayuden a orientarla adecuadamente (Vilches y Gil, 2007, Carrascosa *et al.* 2008).

Por un lado, la nueva titulación debe responder adecuadamente a preguntas clásicas: ¿qué contenidos hay que abordar en la formación inicial del profesorado de ciencias? ¿qué estrategias debemos utilizar?, y ¿cómo evaluamos en ese contexto? Pero, además, las respuestas hay que enmarcarlas en el desarrollo de unas competencias profesionales determinadas y como primera etapa en el desarrollo profesional del docente.

Por otro lado, los cambios introducidos no deben ni pueden ignorar el contexto educativo donde prioritariamente desarrollarán sus labores profesionales. Así, según el

currículum oficial de la ESO (RD 1631/2006, BOE nº 5 de 5 de enero de 2007), las materias del área de Ciencias de la Naturaleza tienen como finalidad principal el desarrollo de la competencia científica del alumnado pero, además, tiene que contribuir a la adquisición del resto de las competencias básicas. Esto exige unos contenidos y una metodología distintos a los que han venido siendo habituales en la formación del profesorado de ciencias. Por una parte, para ser capaces de promover el desarrollo de la competencia científica del alumnado de Secundaria, el proceso de la formación del docente debe partir de sus niveles iniciales de desarrollo de esta competencia (Blanco, Rueda y España, 2012) y asegurar el logro de la misma por el profesorado. Y por otra, las estrategias y los recursos didácticos necesarios para lograrlo requieren un cambio drástico en la formación didáctica del profesorado, que habitualmente se limitaba a fortalecer un estilo de enseñanza expositivo (Cañal, 2011; Pro, 2011).

Investigaciones como las de Tortosa, El Boudamoussi y Pintó (2008), muestran las dificultades que los profesores experimentados de ciencias tienen para identificar algunas habilidades incluidas en las pruebas de PISA (OCDE, 2006). Mayores serán lógicamente dichas dificultades si hablamos del profesorado novel o en formación inicial, lo que exige la inclusión de este contenido en sus programas formativos.

En un estudio anterior (Pro, 2000) mostramos las dificultades que tiene el profesorado en formación inicial al diseñar unidades didácticas. En otro, Jaén y Banet (2003) constataron las dificultades que tenían para aprender a planificar y desarrollar actividades de enseñanza. A pesar del cambio contextual, creemos que estos obstáculos se mantienen, fundamentalmente porque no conocen alternativas a cómo les enseñaron.

La propuesta formativa que presentamos se ha diseñado usando como contexto el tema del calentamiento global y aspectos relacionados con el mismo. Para su elección se ha tenido en cuenta que se trata de un problema socio-científico (Prieto y España 2010), lo que supone un contexto privilegiado para tratar determinados aspectos de la naturaleza de la ciencia (Khishfe y Lederman, 2006) y constituye una oportunidad para educar para la sostenibilidad (España y Prieto, 2009 y 2010). Por otro lado, algunas investigaciones (Punter, Ochando y García, 2011) han mostrado que existen confusiones conceptuales importantes por parte del alumnado que deben solventarse. También se ha considerado, como indica Mortensen (2000), que la educación científica es un elemento importante de la respuesta que la sociedad tiene que dar al problema del cambio climático.

De todo ello se puede concluir que se trata de un problema que permite abordar la integración de diversos conocimientos, de forma que se favorezca a la alfabetización científica que se persigue con el aprendizaje de la competencia científica pero, además, que se atiende a las necesidades formativas que tendrán, sin duda, el profesorado de ciencias en la Educación Secundaria.

CONTEXTO

La propuesta de formación se ha llevado a cabo en la asignatura “Diseño y Desarrollo de Programaciones y Actividades Formativas”, de las especialidades de Biología y Geología y de Física y Química. Esta asignatura, junto con la de “Currículum”, constituyen la materia “Enseñanza y Aprendizaje” del plan de estudios de este Máster en la Universidad de Málaga. Esta propuesta ha constituido la segunda parte de la asignatura y ha sido impartida por los autores de esta comunicación.

El grupo de la especialidad de Biología y Geología estaba formado por 17 alumnos (9 mujeres y 8 hombres); era bastante heterogéneo en cuanto a sus titulaciones iniciales: 9 licenciados en biología, 4 en ciencias ambientales y 4 en educación física. El de Física y Química constaba de 12 alumnos (8 mujeres y 4 hombres); la mayoría eran licenciados en química (10) pero había de otras titulaciones (farmacia y ciencias ambientales).

Antes del comienzo de la asignatura se pasó un cuestionario para, entre otras cosas, conocer cómo valoraban su grado de adquisición de algunas competencias profesionales que debe tener el profesorado y la importancia que, desde sus perspectivas, tenían las mismas. En relación con la afirmación: “Promover el desarrollo de competencias básicas mediante la enseñanza de las asignaturas” un 43% de los estudiantes escogieron la respuesta, “Lo conozco pero no lo he puesto en práctica nunca” y un 32% afirmó “Lo conozco y creo que tengo un cierto dominio”. Y con respecto a “Diseñar actividades de enseñanza y aprendizaje”, un 39% escogió la respuesta, “Lo conozco pero no lo he puesto en práctica nunca” y un 36% afirmó “Lo conozco y creo que tengo un cierto dominio”. Estos datos nos hacen pensar que nuestros estudiantes consideran que tienen un nivel medio en el dominio de las competencias sobre las que hemos preguntado.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA FORMATIVA

Pretendemos mejorar la formación didáctica de los estudiantes del máster, especialmente en los aspectos relacionados con el diseño y análisis de actividades para desarrollar competencias básicas y, de forma simultánea, contribuir al desarrollo de sus propias competencias científicas con respecto al calentamiento global.

Se trabajan algunas de las competencias generales definidas en el plan de estudios del Máster y un buen número de las competencias específicas de las especialidades de Biología y Geología y de Física y Química. Entre estas, se pueden resaltar:

- Conocer el cuerpo de conocimientos didácticos en torno a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Física y Química.
- Transformar los currículos de Física y Química en programas de actividades y de trabajo.
- Adquirir criterios de selección y elaboración de materiales educativos.
- Fomentar un clima que facilite el aprendizaje y ponga en valor las aportaciones de los estudiantes.
- Integrar la formación en comunicación audiovisual y multimedia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Conocer estrategias y técnicas de evaluación y entender la evaluación como un instrumento de regulación y estímulo al esfuerzo.

Se han considerado los siguientes principios didácticos: las creencias y concepciones de los estudiantes, la aplicación de conocimientos como característica distintiva del concepto de competencia y la reflexión como aspecto clave en la formación y desarrollo profesional del profesorado (España y Blanco, 2008).

La asignatura se inició con una sesión sobre el modelo de planificación en la enseñanza de las ciencias que íbamos a utilizar. Luego y contextualizadas en el problema de la energía, se abordaron las siguientes temáticas: nuevos enfoques de la enseñanza de las

ciencias, análisis del currículum, análisis de libros de texto, análisis de los conocimientos previos, análisis de los objetivos y los contenidos objeto de la enseñanza, tipos de actividades y secuencia de enseñanza.

Organización de la propuesta

La propuesta se desarrolló, en cada grupo, a lo largo de 35 horas de duración entre febrero y marzo de 2012. La estructura general puede verse en la figura 1.

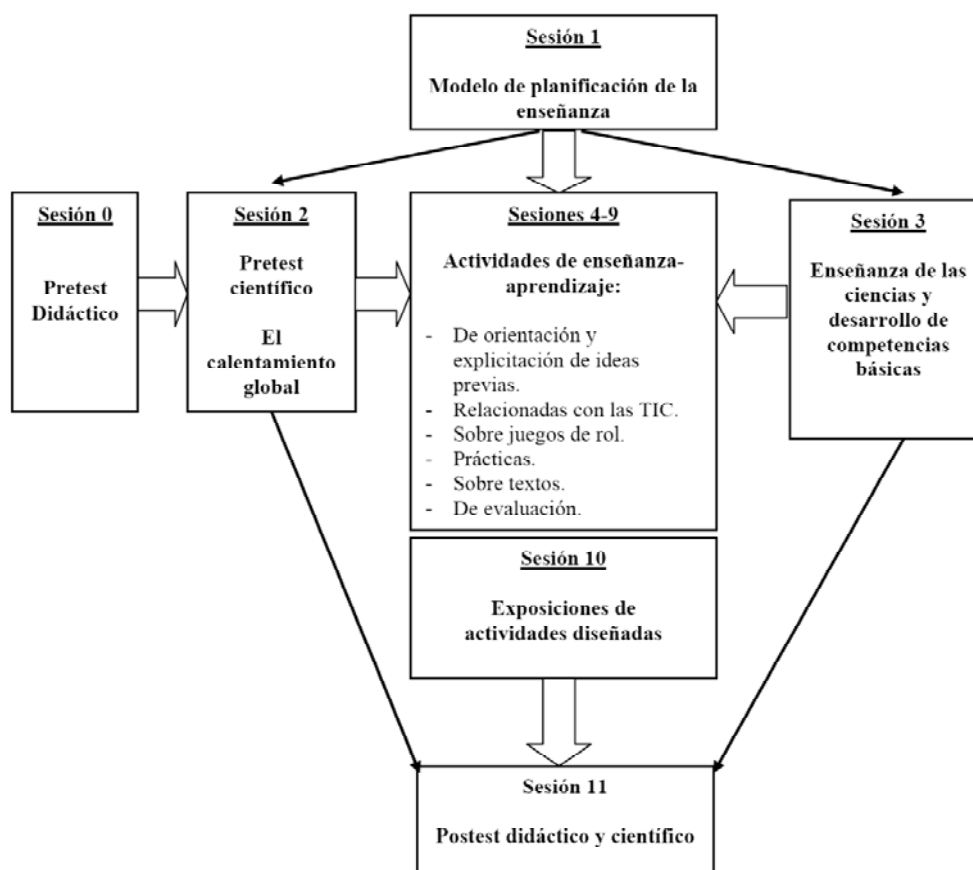


Figura 1. Estructura de la propuesta formativa

Sesión 0. “Pretest didáctico”

Esta es la única que se llevó a cabo al inicio del Máster, antes del comienzo de la asignatura. En ella, se realizó una prueba de conocimiento didáctico, en la que se pedía a los estudiantes realizar distintas tareas, entre las que se encontraban:

1. La comparación entre dos textos destinados a alumnado de 2º ciclo de la ESO
2. El análisis del contenido de una actividad sobre un vídeo.
3. El análisis de una actividad práctica.

Sesión 1. “Modelo de planificación de la enseñanza”

La primera actividad se centró en la planificación de la enseñanza. Se justificó la necesidad de un modelo que integrara las necesidades formativas y las aportaciones de

la literatura especializada, se describieron sus tareas y finalidades y, entre ellas, se detallaron y ejemplificaron las fases de una secuencia de enseñanza-aprendizaje que podría utilizarse en la Educación Secundaria.

Sesión 2. “El calentamiento global”

Se comenzó visualizando un fragmento de vídeo de la película “Una verdad Incómoda”, protagonizada por Al Gore y dirigida por Davis Guggenheim y una noticia periodística titulada “Eliminar el CO₂ en producción de electricidad es clave para el medio ambiente” (en www.elcomercio.pe, publicada el 27 de mayo de 2011). A partir de ambos, se planteaba una hoja de trabajo a los profesores en formación inicial.

En la segunda parte de la sesión se realizó una presentación sobre el problema del calentamiento global, enfocándolo desde diversas perspectivas, aclarando las ideas clave del tema y relacionando la información aportada con las respuestas que los estudiantes acababan de cumplimentar.

Finalmente, se hizo especial énfasis en las características que lo convierten en un problema socio-científico no sólo interesante sino obligado para tratarse en la educación obligatoria de un ciudadano.

Sesiones 3^a a 9^a

En estas sesiones se ha seguido el esquema que se muestra en la figura 2:

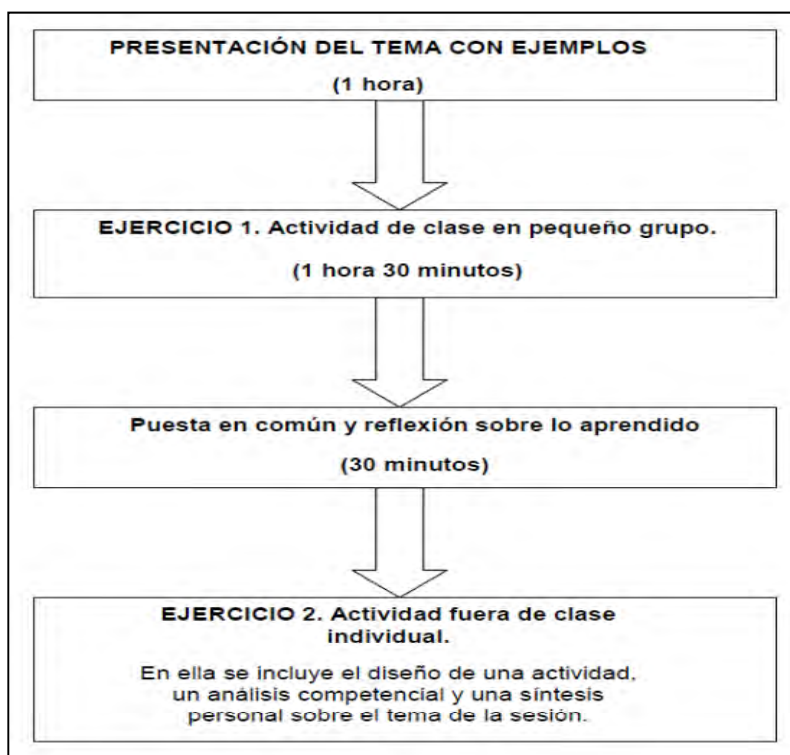


Figura 2. Esquema de la organización de las sesiones 3^a a 9^o de la propuesta formativa.

Un principio fundamental ha sido que el estudiante no sólo recibiera información sobre los distintos tópicos abordados sino que, una vez presentada la misma, los utilizaran en

situaciones concretas para que llegaran a comprender su significado, apreciara su potencialidad y valoraran su utilización en el proceso formativo.

Sesión 3. “Enseñanza de las ciencias y desarrollo de competencias”.

En esta sesión se analizó el concepto de competencia básica y, en concreto, el concepto de competencia científica presente en los currículos de las materias de ciencias de la ESO. Además se presentó un “modelo” sobre la contribución de éstas al desarrollo de las competencias básicas; éste se ha utilizado como referente para el análisis competencial y el diseño de las actividades en el resto de las sesiones.

Sesiones 4 a 9. “Análisis y/o diseño de actividades de enseñanza-aprendizaje sobre el calentamiento global”

Siguiendo el esquema de la figura 2, en estas sesiones se presentaron diversos tipos de actividades de enseñanza-aprendizaje que se ilustraban, en la mayoría de los casos, con ejemplos referidos al tema objeto de estudio.

Los estudiantes, a partir de lo tratado, tenían como tarea individual -excepto en el juego de rol- el análisis y/o diseño de una actividad de enseñanza-aprendizaje sobre el calentamiento global o aspectos relacionados con el mismo para 2º ciclo de la ESO, una lectura didáctica y un síntesis reflexiva de estos aspectos. Así, se han abordado actividades de orientación y explicitación de ideas previas, relacionadas con las TIC, juegos de rol, prácticas, sobre textos y de evaluación.

Sesión 10. “Exposiciones de actividades de juegos de rol”

En pequeño grupo, los estudiantes dispusieron de 30 minutos para exponer la actividad de juego de rol que habían diseñado y para responder a preguntas acerca de la misma por parte de sus compañeros y/o el profesor. La evaluación de esta exposición se realizó por parte de los propios compañeros de clase (coevaluación), usando para ello una rúbrica diseñada por ellos mismos.

Sesión 11. “Postest científico y didáctico”

Evaluamos los posibles cambios respecto a la situación inicial del alumnado del máster en relación con el diseño y análisis de actividades, y a su propio desarrollo de la competencia científica acerca del calentamiento global.

EVALUACIÓN DE ALUMNADO:

Para la evaluación del alumnado en la asignatura en la que se ha llevado a cabo esta propuesta didáctica se han utilizado los siguientes criterios:

1. Grado de participación de los estudiantes en las actividades de la asignatura (clases, seminarios, campus virtual, etc.) y calidad de la misma en términos de su precisión y fundamentación.
2. Calidad del portafolio individual, en términos del grado de aplicación de los contenidos del curso, de la adecuación y creatividad de las propuestas didácticas realizadas y de su adecuación a los aspectos formales.

3. Calidad de las exposiciones orales, en términos de la claridad y precisión de las mismas, de la adecuación en el uso de medios y recursos de presentación y de adecuación a las normas establecidas.
4. Calidad del examen, en términos del grado de aplicación de los contenidos del curso y de la precisión y fundamentación del análisis y valoraciones realizadas.

Los estudiantes han dispuesto desde comienzos de la asignatura de estos criterios y de una rúbrica en la que se recoge cómo se aplicarían estos criterios y la ponderación de cada uno de ellos en la calificación de la asignatura.

CONSIDERACIONES FINALES

Como se ha indicado al comienzo, el Máster en Profesorado de Educación Secundaria ha planteado nuevos retos para la formación inicial del profesorado de ciencia. En esta comunicación se ha presentado una propuesta formativa que, desde nuestro punto de vista, contiene algunos aspectos innovadores; uno de ellos, es la inclusión del enfoque de las competencias como aspecto fundamental para el análisis y diseño de actividades de enseñanza-aprendizaje. Esto se ha ligado al tratamiento didáctico del calentamiento global, dada la gran importancia social y educativa de este problema.

No obstante, lo consideramos como una versión inicial, que será sometida a la evaluación, tanto de los resultados del alumnado como de su diseño y desarrollo. Para ello, se han grabado en vídeo la totalidad de las clases, se ha llevado un diario de clase por parte de los profesores y se van a analizar un buen número de documentos producidos por los estudiantes (pretest y postest, actividades de clase, tareas individuales y en pequeño grupo y portafolio individual). También está previsto realizar entrevistas con algunos de los estudiantes que han recibido esta propuesta formativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, A., Rueda, J. & España, E. (2012). Indagando en la competencia científica del profesorado de ciencias en formación inicial sobre el calentamiento global. Comunicación aceptada en el I Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (I SIEC 2012), Vigo 11-16 de junio.

Cañal, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de las ciencias. En A. Caamaño (Coord.). *Didáctica de la física y de la química* (pp. 35-55). Barcelona: Graó-Ministerio de Educación.

Carrascosa, J., Martínez, J., Furió, C. & 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.

España, E. & Blanco, A. (2008). La reflexión e investigación sobre la práctica. Una experiencia en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 670-673). Almería: Universidad de Almería.

España, E. & Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: El contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 345-354.

España, E. & Prieto, T. (2010). Los problemas socio-científicos como contexto para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 71, 17-24.

Jaén, M. & Banet, E. (2003). Formación inicial de profesores de secundaria: Dificultades para aprender a planificar actividades de enseñanza en aulas de secundaria. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*. 17(1), 51-78.

Khishfe, R & Lederman, N. (2006). Teaching Nature of Science within a Controversial Topic: Integrated versus Non-integrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (4), 395-418.

Mortensen, L. (2000). Teacher Education for Sustainability. I.Global Change Education: The Scientific Foundation for Sustainability. *Journal of Science Education and Technology*, 9 (1), 27-36.

OCDE. (2006). *PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana.

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 (nº extraordinario), 216-229.

Pro, A. (2000). ¿Qué actividades de enseñanza utilizan los profesores en formación inicial y en ejercicio cuando planifican unidades didácticas de ciencias? *Investigación en la Escuela*, 40, 23-37.

Pro, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las Ciencias en la educación secundaria. En A. Caamaño (Coord.). *Didáctica de la física y de la química* (pp. 13-34). Barcelona: Graó-Ministerio de Educación.

Punter, P. Ochando, M. & García, J. (2011). Spanish secondary school students' notions on the causes and consequences of climate change. *International Journal of Science Education*, 33(3), 447-464.

Tortosa, M.; El Boudamoussi, S. y Pinto, R. (2008). La visión de los profesores sobre las competencias científicas evaluadas en las pruebas PISA. *Alambique*, 57, 53-63.

Vilches, A. y Gil, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 67-85.

Esta comunicación forma parte del proyecto de I+D+i «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)» (EDU2009-07173), financiado por la Secretaría de Estado de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria de 2009, y del Proyecto de Innovación Educativa (PIE2010-144) «Diseño y utilización de recursos de evaluación de competencias en asignaturas del Máster Universitario de Profesorado impartidas por el Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales» financiado por la Universidad de Málaga en la convocatoria 2010-2012.

Qué dicen esperar y qué dicen que han encontrado los estudiantes del MAES, en la especialidad de Ciencias.

Solís R., E¹, Martín del Pozo, R². y Rivero G., A.¹

1 Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla. 2. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid.

esolis@us.es

RESUMEN

En este trabajo se presenta una parte de la información obtenida al estudiar una muestra amplia de asistentes al Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas en las especialidades de Ciencias en la mayoría de las universidades públicas de Andalucía y en un grupo de la universidad Complutense de Madrid, acerca de aspectos generales y de un cuestionario de expectativas y de resultados.

Palabras clave

Máster de Secundaria, Formación inicial, Expectativas del profesorado.

INTRODUCCIÓN

Durante el curso 2009-2010, se desarrolla por primera vez el Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (en adelante MAES), en las universidades españolas. Después de ese primer curso pensamos que ya puede considerarse que su desarrollo se ha normalizado administrativamente y es posible realizar algunos estudios sobre el mismo, como los de Benarroch y miembros de APICE, (2011) y la ANECA (2012).

En este sentido y en relación con aspectos generales del MAES, se han analizado las páginas web de las Universidades españolas (públicas y privadas) para indagar en cuáles se encuentra implantado el MAES. Hemos encontrado lo siguiente: el número total de universidades revisadas es de 76, 53 de titularidad pública, 17 de titularidad privadas y 6 de titularidad privada de la Iglesia. En 65, se desarrolla el MAES en el curso 2010-2011, lo que supone que el 85,5 % de las universidades españolas. Aunque no tenemos datos similares de otros títulos, no parece probable que un título de Máster de otra especialidad se imparta en un número tan elevado de universidades.

EL ESTUDIO Y LA MUESTRA

El presente trabajo es una parte del estudio realizado durante el curso 2010-2011ⁱ, y en el que se han analizado diversos aspectos del desarrollo del MAES, fundamentalmente en

las universidades públicas andaluzas (a excepción de la universidad de Cádiz y de la Universidad Pablo Olavide de Sevilla) y también en un grupo de la Universidad Complutense de Madridⁱⁱ. Todos los grupos estudiados eran de las especialidades de Ciencias, Física y Química y/o Biología y Geología, dependiendo de las Universidades. El estudio se ha realizado al comienzo del Módulo Específico y al final del mismo, a la misma muestra de asistentes (excepto en la universidad de Córdoba que no se pudo hacer al final). La parte del estudio que presentamos hace referencia a la cumplimentación de un cuestionario por parte de los asistentes al MAES con distintos aspectos, generales y de expectativas. Los datos numéricos se muestran en las tablas 1 y 2.

	UAL	UCO	UGR	UJAEN	UHU	UMA	US	UCM
BG	6	16	26	14	15	19	17	
FQ	8	9	10			12	19	19
Total	14	25	36	14	15	31	36	19
Totales: 171 Andalucía + 19 UCM = 190								

	UAL	UGR	UJAEN	UHU	UMA	US	UCM
BG		20	9	13	19	17	
FQ	8	7			13	18	16
Total	8	27	9	13	32	35	16
Totales: 124 Andalucía + 16 UCM = 140							

El trabajo completo incluía también el cuestionario del INPECIP (Porlan 1989, Solís y Porlán, 2003). Por razones de espacio, en el presente trabajo, recogerá únicamente la información referida a aspectos generales y a los de expectativa.

EL CUESTIONARIO

El cuestionario fue anónimo y los aspectos generales que se trabajaban en él y que se pasó antes de iniciar el Módulo Específico, fueron: edad, sexo, titulación, universidad de titulación, universidad del MAES, año de finalización de los estudios, si ha tenido contacto previo con la docencia, si trabaja actualmente, si el trabajo está relacionado con la docencia (clases particulares, docencia en un centro educativo,...) y si piensa dedicarse a ejercer la docencia en enseñanza secundaria (sí, con toda probabilidad, es probable, no lo descarto, lo tendría que pensar y no, con toda probabilidad).

En el cuestionario post se incluyeron: edad, sexo, titulación, universidad de titulación, universidad del MAES, año de finalización de los estudios.

En el apartado de expectativas (Solís, 1998), que figuraba en el cuestionario que se pasó antes del comienzo del Módulo Específico, las preguntas realizadas estaban organizadas en torno a cuatro apartados y en el cuestionario pasado al final del Módulo Específico, había dos grupos de preguntas, que tenían relación con dos del principio. Las respuestas se realizaban con una escala tipo Likert, (Completamente en desacuerdo -1, En desacuerdo-2, Inseguro -3, De acuerdo -4 y Completamente de acuerdo -5). Las cuestiones concretas planteadas en cada apartado, aparecen junto a los resultados. Tanto en un momento como en otro, se incluyó el INPECIP.

RESULTADOS

Los datos han sido analizados con el paquete informático PASW Statistics, Versión 18.0.0 (30 de julio de 2009).

Aspectos generales

En lo que se refiere a los datos generales, se ha realizado un análisis de frecuencias, medias y desviación típica, además un análisis mediante tablas de contingencia, para determinar si los datos generales de edad, sexo, titulación, año de finalización de los estudios, si ha tenido contacto previo con la docencia, si trabaja actualmente, si el trabajo está relacionado con la docencia y si piensa dedicarse a ejercer la docencia en enseñanza secundaria, eran independientes o no de la Universidad donde se realizaba el MAES. Los valores de Chi-cuadrado de Pearson ($\geq 0,005$) nos hacen determinar que no existe dependencia entre la universidad donde se desarrolla el MAES y las variables: edad, sexo, año de finalización de los estudios, si se ha tenido contacto previo con la docencia, si se trabaja actualmente y si se piensa dedicar a ejercer la docencia en Educación Secundaria. De acuerdo con esto, los datos medios de la muestra son los siguientes:

a) La edad abarca un abanico desde los 22 a las 57 años, aunque entre 23 años y los 33 (ambos inclusive) se encuentra prácticamente el 90 % de la muestra. La edad media ponderada, se encuentra entorno a los 26 años.

b) Sexo: 64,2% de Mujeres y 35,8 % de hombres.

c) Año Finalización de los estudios: un 5 % acaba sus estudios antes del año 2000. Un 15 % entre el 2000 y el 2004, un 15 % entre el 2005 y el 2008 y la mayoría, un 65 %, en los tres últimos cursos, antes del de comienzo del MAES.

d) En el momento de realizar el MAES, un 63,7 % declara que no trabaja, un 35,8 % que si lo hace y un 0,5 % ns/nc.

e) En la pregunta de si han tenido contacto previo con la docencia, un 61,6 % manifiesta que si, un 37,4 % que no y un 1,1 % ns/nc.

f) Ante la posibilidad de dedicarse a la Docencia en Educación Secundaria, un 53,2 % indica que si, con toda probabilidad, un 38,4 % que es probable, un 1,6 % lo tendría que pensar y un 6,8 % ns/nc.

Según los valores de Chi-cuadrado de Pearson ($\leq 0,005$), parece que la titulación, la universidad de titulación y el tipo de contacto previo con la docencia, mantienen una cierta relación de dependencia con la universidad donde se estudia el MAES.

g) La titulación, es otra de las variables que según el análisis es dependiente de la universidad donde se realiza el MAES. En este caso, pensamos que esa dependencia viene condicionada por que, no en todas las universidades analizadas, como se puede comprobar en la Tabla 1, los grupos eran todos o de Física y Química o de Biología y Geología. En concreto en la universidad de Huelva y Jaén, no había grupo de FQ y en la UCM no había grupo de BG. Las titulaciones mayoritarias son con diferencia, las licenciaturas de Biología, Química y Ciencias Medioambientales.

h) La universidad de titulación. El 84,7 % son egresados de las universidades donde se han matriculado del MAES, aunque, la UGR es la que más alumnos aporta a toda la población del MAES de las universidades andaluzas estudiadas, ya que en sus grupos hay matriculados 30 alumnos y aporta 45. Como dato significativo, solamente hay un alumno procedente de una universidad extranjera matriculado en estas 8 universidades.

i) En relación con si el trabajo que desempeñan está relacionado con la docencia, una de las opciones que se les ofrecía en el propio cuestionario era la impartición de clases particulares. Como dato general, podemos decir que el 63,55 % de los que trabajan en algo relacionado con la docencia, indican que dan clases particulares y/o en academias. La dependencia observada es que los matriculados en las universidades: UAL, UCO, UHU y UJAEN, la frecuencia esperada es mayor que la observada, es decir, que se dedican a este tipo de trabajos menos personas de lo que en un principio pudiera esperarse.

Expectativas

Expectativas respecto del curso del MAES y respecto al Módulo Específico

Expondremos los resultados obtenidos e iremos realizando los comentarios correspondientes a los valores obtenidos y a la dependencia entre variables.

En relación con las razones por las que se matricula en el MAES, como se puede observar, en la Tabla 3, la respuesta que mayor grado de acuerdo consigue, muy próximo al completamente de acuerdo, teniendo además un valor de la desviación típica por debajo de la unidad, es aquella que relaciona la obligatoriedad del MAES con las oposiciones. El resto de las respuestas se mueven en la zona de inseguridad (alrededor del 3), aunque quizás también es significativo que la respuesta que implica el “nunca se sabe” es la que menor acuerdo concita, por situarse en la zona de inseguridad próxima al desacuerdo y por qué la desviación típica es bastante elevada.

Tabla 3. Razones por las que te matriculas en este curso	N	No val.	Media	D. Tip
Me he matriculado en este máster porque lo exigen para presentarse a las oposiciones.	189	1	4,51	,842
Me he matriculado en este máster porque me puede facilitar la superación de dichas oposiciones.	190	0	3,19	1,181
Me he matriculado en este máster porque creo que me puede servir para mi futuro profesional como profesor o profesora.	190	0	3,79	1,022
Me he matriculado en este máster porque es algo más que incorporar a mi "curriculum vitae".	190	0	3,26	1,310
Me he matriculado en este máster porque "nunca se sabe..."	189	1	2,69	1,478

El análisis que podemos hacer después de observar las dependencias con otras variables estudiadas, podemos decir que las razones por las que se matriculan en el MAES están relacionadas con la edad, el año de finalización de los estudios, si han tenido contacto previo con la docencia y la universidad donde estudian el MAES. Cuanto más se aproxima el año de finalización de los estudios a la actualidad, los valores obtenidos son menores que lo esperado en cuanto al estar de acuerdo con la afirmación que recoge el ítem, variación que coincide con los datos obtenidos a edades menores y con aquellos que dicen haber tenido contacto previo con la docencia. En cuanto a la universidad de titulación, los titulados por la UCM se declaran menos de acuerdo de lo esperado con esa afirmación y los de la UJAEN más de acuerdo de lo esperado.

En cuanto a la afirmación de haberse matriculado en el MAES porque nunca se sabe, la frecuencia encontrada en estar de acuerdo con la afirmación es mucho menor que la esperada entre los que declaran que si se van a dedicar a la docencia en Educación Secundaria, con toda probabilidad.

En relación con la referencia del MAES de años anteriores, la primera observación que nos surge tras ver los datos de la Tabla 4, es el elevado número de casos perdidos, es decir de ns/nc que aparecen. Una posible interpretación de esta situación es la falta de referencias que parecen tener, aproximadamente el 21 % de los encuestados. Las respuestas que se prodigan todas se mueven alrededor de la zona insegura, sin que ninguna respuesta tenga preponderancia sobre las demás. En este apartado no existe ningún ítem que presente relaciones de dependencia con otras variables.

Tabla 4. Referencias sobre el máster del curso anterior.	N	No val.	Media	D. Tip
Resultó una pérdida de tiempo.	152	38	3,14	1,130
Fue útil para las oposiciones.	148	42	2,97	1,052
Fue útil para el futuro profesional de los alumnos y alumnas.	149	41	2,91	0,947
Fue válido como experiencia personal y humana.	149	41	2,99	0,96
Referencias diversas dependiendo de los módulos y de los profesores y profesoras que los impartieron.	148	42	3,25	0,91

De las propuestas metodológicas que se les plantean y que aparecen en la Tabla 5, consideran que según el tema se puede usar una u otra metodología como afirmación con la que se muestran más de acuerdo, aunque el trabajo en pequeño grupo y el debate también obtienen un amplio acuerdo. La propuesta de explicaciones del profesor, aunque se acerca a la zona insegura se encuentra a medio camino entre dicha inseguridad y el acuerdo. La que parece despertar menos acuerdo es la idea del trabajo individual de la información que puedan recibir. En este apartado no existe ningún ítem que presente relaciones de dependencia con otras variables.

Tabla 5. Las clases de este módulo deberían desarrollarse:	N	No val.	Media	D. Tip
Mediante explicaciones del profesor/a	190	0	3,51	1,012
Trabajando individualmente los documentos y la información recibida	190	0	2,93	1,118
Trabajando en pequeño grupo y en gran grupo los documentos y la información recibida.	190	0	3,97	0,83
Debatiendo las propuestas que se puedan presentar.	190	0	4,13	0,752
Dependiendo del tema se debe usar una u otra metodología	190	0	4,34	0,785

Respecto a las expectativas de aprendizaje al final del Módulo Específico, recogidas en la tabla 6, casi todas las respuestas se mueven en el terreno de la inseguridad, en torno al 3 y con desviaciones típicas bastante parecidas. Quizás la afirmación de que tendrán una idea general de la didáctica específica del área, es la que más se aproxima al acuerdo. En este apartado es donde más relaciones se detectan con otras variables.

Tabla 6. Cuando finalice este Módulo Específico, creo que...	N	No val.	Media	D. Tip
Estaré preparado/a para impartir clases en Enseñanza Secundaria	190	0	3,12	0,960
Tendré una idea general de la didáctica específica de mi área.	190	0	3,71	0,
Habré realizado una revisión y/o actualización de mis conocimientos científicos	190	0	3,24	1,089
Sabré programar las asignaturas de mi área en la Enseñanza Secundaria	190	0	3,58	0,862
Tendré una idea general acerca de cómo se lleva a cabo la investigación en la didáctica de mi especialidad	190	0	3,59	0,829

Consideran que cuando acaben el Módulo estarán preparados para impartir clases en secundaria y se observa que existe cierta relación con los que declaran que con toda seguridad se dedicarán a la docencia en secundaria, en el sentido de que la frecuencia encontrada es menor que la esperada, es decir, muestran más inseguridad en dicha afirmación. También parece que los hombres se muestran menos de acuerdo de lo previsto que las mujeres, en relación con el ítem de considerar que van a tener una idea general de la didáctica específica de la materia. Asimismo los encuestados que manifiestan haber impartido clases particulares se sienten más seguros de lo esperado. De la misma manera muestran más seguridad las titulaciones que podemos considerar preferentes en este MAES, es decir: BIO, FIS, CMA y QUI, siendo la licenciatura en Geología la excepción en este sentido.

Qué ha resultado de las expectativas manifestadas respecto al Módulo Específico

En relación con la metodología desarrollada en el MAES, que se presentan en la tabla 7, las expectativas parecen haberse cumplido, de forma más o menos general, en lo que se refiere a las explicaciones del profesor o profesora, al desarrollo del trabajo individual y a trabajar en pequeño y en gran grupo. No obstante parece que el debate en las sesiones ha sido menor del esperado, pasando de un acuerdo claro a una zona entre el acuerdo y la inseguridad. También en la idea de que se puede usar una u otra metodología, se ha producido una disminución importante en el acuerdo que había respecto a este ítem, aunque la dispersión es mayor.

Tabla 7. Las clases de este módulo se han desarrollado:	N	No val.	Media	D. Tip
Mediante explicaciones del profesor/a	140	0	3,29	1,108
Trabajando individualmente los documentos y la información recibida	140	0	3,01	1,025
Trabajando en pequeño grupo y en gran grupo los documentos y la información recibida.	140	0	3,92	0,922
Debatiendo las propuestas que se puedan presentar.	139	1	3,69	1,141
Dependiendo del tema se debe usar una u otra metodología	139	1	3,64	1,129

En este apartado las relaciones se establecen entre algún ítem y la universidad donde se ha desarrollado el MAES. En el caso del ítem de si las clases se han desarrollado mediante explicaciones del profesor/a, en todas las universidades analizadas en este cuestionario post, se dan diferencias entre las frecuencias esperadas y las realmente observadas. En unos casos, las frecuencias observadas se aproximan más al desacuerdo con esta afirmación y en otras más próximas al acuerdo. Lo mismo ocurre en relación con el ítem del trabajo en grupo y con el debate de propuestas. Si resulta llamativo que esta situación de dependencia se da con respecto a la universidad donde se desarrolla el MAES, pero es independiente de si el grupo es de FQ o BG dentro de la misma universidad, situación que se da (Tablas 1 y 2), en la UGR, UMA y US.

Finalmente, en cuanto a la preparación que consideran han adquirido al finalizar el Módulo Específico, recogidas en la tabla 8, las variaciones en este caso no se pueden generalizar, aunque en todos los ítems se produce un desplazamiento hacia la zona de inseguridad en el post. Los valores están prácticamente en el centro de la escala, salvo que en el pre, el valor de la desviación típica era menor que en el post, lo cual indica que la dispersión aumenta. Quizás uno de los aspectos más llamativos es el descenso hacia la zona de inseguridad del ítem relacionado con la programación de las asignaturas del área.

Tabla 8. Ahora que he finalizado este Módulo Específico, creo que...	N	No val.	Media	D. Tip
Estoy preparado/a para impartir clases en Enseñanza Secundaria	140	0	3,10	1,237
Tengo una idea general de la didáctica específica de mi área.	140	0	3,48	1,035
He realizado una revisión y/o actualización de mis conocimientos científicos	140	0	2,91	1,144
Sé programar las asignaturas de mi área en la Enseñanza Secundaria	140	0	2,94	1,104
Tengo una idea general acerca de cómo se lleva a cabo la investigación en la didáctica de mi especialidad	140	0	3,25	1,074

En este apartado el ítem de la programación de las asignaturas del área si aparece una dependencia con la universidad del MAES y la universidad de Titulación. En el primer caso, las frecuencias observadas unas se aproximan más al desacuerdo con esta afirmación y en otras más próximas al acuerdo. Respecto a la universidad de titulación ocurre lo mismo, aunque resulta llamativo que coincidan en ambos casos y sean las mismas universidades (las de titulación y las de estudio del MAES). No hay dependencia con ninguna de las otras 14 universidades de titulación recogidas.

CONCLUSIONES

Como perfil general de los estudiantes del MAES, en las universidades estudiadas, podemos indicar que se trata de un sujeto, de una edad media de 26 años, 2 de cada 3 mujer, que ha terminado su licenciatura en los tres años inmediatamente anteriores a su matrícula en el MAES, que ha realizado una titulación en Biología, Química o Ciencias Medioambientales y que se han matriculado mayoritariamente en la universidad en la que realizaron su licenciatura, de los que 2 de cada 3 dicen no trabajar en el momento de realizar el MAES y también 2 de cada 3 dicen que han tenido contacto previo con la docencia, que si trabajan en algo relacionado con la docencia, 2 de cada 3 también, lo hacen dando clases particulares o en academias y de los que 5 de cada 10 piensan dedicarse con toda probabilidad a la docencia en secundaria, aunque este número aumenta a casi 9 de cada 10 si incluimos los que indican que es posible.

En relación con las titulaciones mayoritarias, datos anteriores de estudios similares en el CAP (Solís, 1998; Velázquez et al. 1999; Domínguez y Álvarez, 2001; García y Martínez, 2001; Pro et al, 2001), arrojan los mismos datos, con la salvedad de la aparición en la actualidad de la licenciatura en CMA.

En las expectativas declaradas, están totalmente de acuerdo en que se han matriculado en el MAES, debido a que es un requisito para presentarse a las oposiciones y en cierta medida porque les puede servir para su futuro profesional. La edad, el año de finalización de los estudios y su contacto previo con la docencia, son variables que se relacionan con esta afirmación. Por ejemplo a menor edad, más proximidad al MAES del año de finalización de los estudios y haber tenido contacto previo con la docencia, menos de acuerdo están con que su matriculación en el MAES esté condicionada por ser un requisito legal.

En cuanto a la metodología que esperan encontrar en el MAES, se muestran bastante de acuerdo en que dependerá del tema a trabajar, que se trabajará en grupo y habrá debate. En menor medida aparecen las explicaciones del profesor/a y el trabajo individual, que se encuentra en la zona de inseguridad. Una vez finalizado el módulo, todas las contestaciones de desplazan hacia la zona de inseguridad, manteniéndose prácticamente en los valores iniciales el trabajo en grupo y el trabajo individual. Lógicamente estos

valores presentan matices dependiendo de la universidad de desarrollo del MAES, aunque no cambia si los grupos son de FQ y/o BG, si son de una misma universidad.

Finalmente sus expectativas sobre las posibles competencias desarrolladas en el Módulo Específico, en casi todos los ítems hay un desplazamiento, aún más de lo que estaban en el pre, hacia la zona de inseguridad. En este apartado no existe prácticamente relación con la universidad donde se ha desarrollado el MAES, excepto en lo que consideran cual es su preparación para la programación de asignaturas del área.

BIBLIOGRAFÍA

ANECA (2012). Sobre la implantación del Máster Universitario de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, análisis de situación y propuestas de mejora.

Benarroch, A. & miembros de APICE (2011). 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. Último acceso el 30 de marzo de 2012, desde <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/view/100>.

Domínguez, J. M., & Álvarez, V. (2001). La formación inicial de profesorado de Física y Química de Educación Secundaria en la Universidad de Santiago de Compostela. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 81-96.

García, S. & Martínez, C. (2001). Las ideas de los alumnos del CAP, punto de referencia para reflexionar sobre formación docente. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 97-110.

Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, Teoría de la enseñanza y desarrollo profesional*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

Pro, A., Sánchez, G., Saura, O. & Valcárcel, M. V. (2001). ¿Cómo es valorado un curso de formación inicial desde las necesidades y problemas de profesores principiantes? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 97-110.

Solís, E. (1998). Análisis de las opiniones e impresiones de los asistentes a un Curso de Formación Inicial de Profesores de Secundaria. *Investigación en la Escuela*, 35, 87-98.

Solís, E. & Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de Ciencias de Secundaria en Formación Inicial ¿Obstáculo o punto de partida? *Investigación en la Escuela*, 49, 5-22.

Velázquez, J., Azcárate, P., Ibarra, M. & Navarrete, A. (1999). *La formación inicial del profesorado Educación Secundaria ante su nueva andadura. Evaluación de una experiencia piloto*. Universidad de Cádiz.

i Estudio realizado mediante un proyecto de investigación acogido a la concesión de una licencia por estudios a uno de los autores, por parte de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.

ii Este trabajo ha sido posible gracias a la desinteresada colaboración de: M^a Rut Jiménez, UAL, Alfonso Pontes, UCO, Francisco Javier Perales, UGR, Ana Wamba y M^a Ángeles de las Heras, UHU, Rocío Quijano, UJAEN, Ángel Blanco UMA, Rafael Porlán US y Ángel Ezquerro, UCM.

La comprensión sobre naturaleza de la ciencia del profesorado: una propuesta integral de formación desde un análisis de caso

Vázquez, Á., Manassero, M. A., Bennàssar, A., Ariza, M. R.

Departamento de Pedagogía Aplicada y P. E., Universidad de las Islas Baleares,

Correo: angel.vazquez@uib.es

RESUMEN

Se estudia el problema educativo de formar al profesorado sobre temas de naturaleza de la ciencia y la tecnología, es decir, las cuestiones acerca de cómo la ciencia y la tecnología (CyT) validan su conocimiento y cómo funcionan en el mundo actual. Para ello se presenta el análisis del caso de un profesor de secundaria en formación después de unas actividades de aprendizaje reflexivas acerca de las investigaciones y la toma de decisiones científicas. Los efectos de la formación se evalúan a través de una metodología experimental mediante un diseño pre- post-test que aplica un instrumento estandarizado. Los resultados presentan los aspectos donde el profesor mejoró más su comprensión, así como las reflexiones personales y las justificaciones cualitativas realizadas acerca de las respuestas y de los cambios producidos en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología por el profesor. Finalmente, se discute la viabilidad y la extensión del método propuesto a la formación del profesorado de secundaria de ciencias.

Palabras clave

Naturaleza de ciencia y tecnología, formación del profesorado, evaluación, alfabetización en ciencia y tecnología, competencia básica en ciencia y tecnología.

INTRODUCCIÓN

Este estudio presenta los resultados de una investigación empírica acerca de la eficacia de formar sobre la naturaleza de la ciencia (y la tecnología) – NdCyT – a través de una secuencia de aprendizaje breve, específica y centrada en unas actividades de aprendizaje reflexivas acerca de las investigaciones y la toma de decisiones científicas, basadas en el caso histórico de la predicción teórica del descubrimiento de un nuevo planeta (Neptuno), antes de su avistamiento.

Antecedentes de la investigación

Basada en la línea de investigación de contenidos de consenso sobre NdCyT, la investigación didáctica para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y la enseñanza de los profesores acerca de NdCyT se ha centrado en los últimos años sobre el desarrollo curricular y la efectividad en el aula. Ambos temas son complejos por la cantidad de factores cruzados intervinientes que impiden, limitan o facilitan la enseñanza de NdCyT y la dilucidación de la eficacia de los diferentes métodos (Acevedo, 2009). A pesar de las dificultades, la revisión de la literatura especializada permite concluir que el logro de una enseñanza de la NdCyT efectiva se consigue a través de dos condiciones clave: i) el

carácter explícito de la enseñanza y ii) la realización de actividades reflexivas sobre NdCyT (Acevedo, 2009).

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 vicariamente a través de actividades indirectas de NdCyT. 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. (Abd-El-Khalick y Akerson, 2009).

Las ideas previas de los profesores acerca de la comprensión de NdCyT también es un factor determinante del aprendizaje y de su enseñanza en el aula, es decir, cómo conciben los profesores el significado de la NdC influye sobre cuál es la enseñanza que dispensan. Como nadie puede enseñar aquello que no domina, la investigación sobre las concepciones de los profesores es importante para mejorarlas y para la mejora consecuente de la enseñanza. Una mayoría de profesores muestran creencias sobre NdC tradicionales, positivistas e idealistas. Asumen la ciencia como un cuerpo de conocimientos identificado con algunas de sus áreas (biología, física, química, etc.), con rasgos utilitaristas. Conceptualizan la tecnología como ciencia aplicada (no perciben una interacción mutua más profunda) o como artefactos, principalmente electrónicos (no incluyen diseños o procesos). Creen que el conocimiento científico no es diferente de otros tipos de conocimiento; que se desarrolla en diferentes estadios (hipótesis, teorías y leyes); que es definitivo, estático, verdadero y absoluto, por corresponder a hechos (en lugar de provisional y cambiante); que se genera aplicando un método universal, único, de etapas cíclicas y estandarizadas que prueba el conocimiento, y libre de interferencias contextuales (culturales, sociales, políticas, éticas, religiosas, etc.); y que los científicos individuales (se ignora el rol de la comunidad científica), se limitan a aplicar el método, registrar hechos que hablan por sí mismos, y organizar el conocimiento científico, sin apelar a la creatividad o la imaginación, al marco teórico previo, ni a la interpretación de las observaciones y hechos (Celik y Bayrakçeken, 2006; Irez, 2006; Lederman, 2008).

Por ello, en este estudio de caso se comienza estableciendo la línea base de las creencias previas del profesor y la evaluación posterior a la experiencia de aprendizaje y formación sobre NdCyT centrada en las investigaciones y la toma de decisiones científicas.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

La mayoría de estas investigaciones se han realizado en contextos anglosajones y con estudiantes que son profesores de ciencias en formación inicial. Las investigaciones en contextos educativos no anglosajones, y específicamente hispanos son más escasas (Guisasola y Morentin, 2007).

Este estudio afronta este campo abierto de investigación con el análisis del caso de un profesor de ciencias enrolado en el master de formación del profesorado, siguiendo pautas y usando instrumentos de un estudio de investigación más amplio (Vázquez, Manassero y Bennassar, 2012). Aporta los resultados empíricos de la efectividad del modelo de enseñanza aplicado para mejorar la comprensión de la NdCyT por el profesor, y en consecuencia, aporta pautas e instrumentos básicos para diseñar una formación integral del profesorado de ciencias acerca de los temas de NdCyT.

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación se ajusta a un diseño pre-post-test: una evaluación inicial de ideas previas seguida de la intervención de enseñanza-aprendizaje (aplicación de la secuencia de aprendizaje), que tiene lugar antes de la segunda evaluación (post-test) para comprobar los cambios producidos y atribuibles a la intervención didáctica. El profesor es ciego a todo el entorno experimental, pues simplemente cumplimenta las tareas del diseño como actividades habituales planificadas para su formación.

Perfil del caso

El estudiante profesor de este caso es un hombre de 24 años, enrolado en el master de formación del profesorado de secundaria de ciencias, que había terminado un grado en ciencias químicas.

Instrumentos

Los instrumentos de investigación que se aplican son de dos tipos: un instrumento de intervención didáctica y un instrumento de evaluación de la mejora.

El instrumento de intervención didáctica es una secuencia de enseñanza-aprendizaje (SEA) que comprende varios documentos y actividades. El primer documento es la SEA que ofrece la planificación de una lección para enseñar los rasgos de NdCyT acerca de las investigaciones y la toma de decisiones científicas, basada en una breve lectura histórica sobre la predicción teórica del descubrimiento de un nuevo planeta (Neptuno), antes de su avistamiento (ver texto de lectura en el Anexo 2). El profesor debe estudiar las características de las actividades incluidas en la SEA y, a partir de ellas, deducir una visión global de la SEA que le permita esquematizar los elementos fundamentales de la misma (finalidad, objetivos, contenidos básicos, criterios de evaluación, etc.), es decir, a partir de las actividades de aula, inferir el diseño didáctico que lo soporta.

El segundo documento es una matriz esquemática vacía, que contiene el diseño de la planificación didáctica. A partir del análisis de las actividades concretas de la SEA, el profesor debe escribir sobre la matriz esquemática, los resultados del estudio de la SEA para diseñar sus elementos didácticos fundamentales.

La eficacia de estas actividades para la mejora de la comprensión de la NdCyT por el profesor se evalúa mediante un cuestionario estandarizado de papel y lápiz formado por varias cuestiones extraídas del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), un banco de cuestiones empíricamente construidas que cubren una gran cantidad de temas CTS. Las cuestiones aplicadas para la evaluación del impacto de la SEA son aquellas relacionadas con sus contenidos (las investigaciones y la toma de decisiones científicas). En este estudio se muestran los resultados de las tres cuestiones que evalúan los temas reseñados en la tabla 1 y cuyo texto se ofrece en el anexo 1.

Cuestiones	Temas
70221	Controversias Cierre por hechos
70611	Universalidad de ciencia Personalidad
90611	Investigaciones científicas Método

Tabla 1. Cuestiones aplicadas para la evaluación del impacto de la SEA como pre-test y post-test.

Procedimientos

El diseño cuyos resultados se presentan aquí tiene tres fases:

- i) una evaluación inicial, usando el instrumento de evaluación formado por las cuestiones del COCTS,
- ii) la aplicación del tratamiento, es decir, el estudio de la SEA sobre las investigaciones y la toma de decisiones científicas (un mes después de la evaluación inicial), y la elaboración del esquema didáctico de la SEA a partir de las actividades de la SEA.
- iii) una evaluación final, usando el mismo instrumento de evaluación formado por las cuestiones del COCTS (dos semanas después del tratamiento).
- iv) una reflexión escrita del estudiante profesor acerca de sus respuestas iniciales y finales a las cuestiones de evaluación, con especial énfasis en los cambios surgidos entre pre-test y post-test.

Para valorar la efectividad del tratamiento se comparan los resultados de la evaluación inicial y final según procedimientos estandarizados de valoración de las respuestas de los estudiantes (Bennàssar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2010). El estudiante-profesor es ciego a la experiencia (no sabe lo que se está midiendo ni que el mismo instrumento se aplicará como evaluación final) y el profesor no enseña en clase ninguno tema relacionado con las cuestiones de evaluación, de modo que los potenciales efectos observados sean atribuibles al tratamiento aplicado de enseñanza y aprendizaje.

RESULTADOS

Se presentan los resultados cuantitativos del estudiante profesor, a partir de las comparaciones de las respuestas a las tres cuestiones entre la evaluación inicial y final, y los resultados cualitativos emanados de su reflexión personal al ser realimentado con los resultados de sus respuestas.

Resultados cuantitativos

El primer resultado se refiere a las evaluaciones inicial y final mediante las respuestas a las tres cuestiones de evaluación. El estudiante muestra su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las frases, y en función de sus respuestas y de las características de cada frase (adecuada, plausible o ingenua), las puntuaciones de acuerdo / desacuerdo son transformadas en índices invariantes (sobre una misma escala homogénea en el intervalo -1 a +1) para todas las frases, según el valor de la respuesta. La homogeneidad e invariancia de los índices permiten la comparación de resultados entre cuestiones y entre los dos momentos de evaluación (inicial y final).

	<i>Cuestiones</i>		
	<i>70221</i>	<i>70611</i>	<i>90621</i>
Post-test	0,050	0,125	0,550
Pre-test	-0,200	-0,250	0,200
Diferencias	0,250	0,375	0,350

Tabla 2. Resultados de los índices medios en las tres cuestiones para la evaluación inicial y final.

La tabla 2 contiene el promedio obtenido para cada una de las tres cuestiones aplicadas, y en ella se observa la ganancia positiva del estudiante profesor en las tres cuestiones, que representan una mejora en la comprensión de la NdCyT.

El análisis pormenorizado de los resultados para cada una de las frases contenidas en las tres cuestiones presenta un perfil más rico del cambio experimentado por el profesor entre la evaluación inicial y final sobre estas tres cuestiones (figura 1).

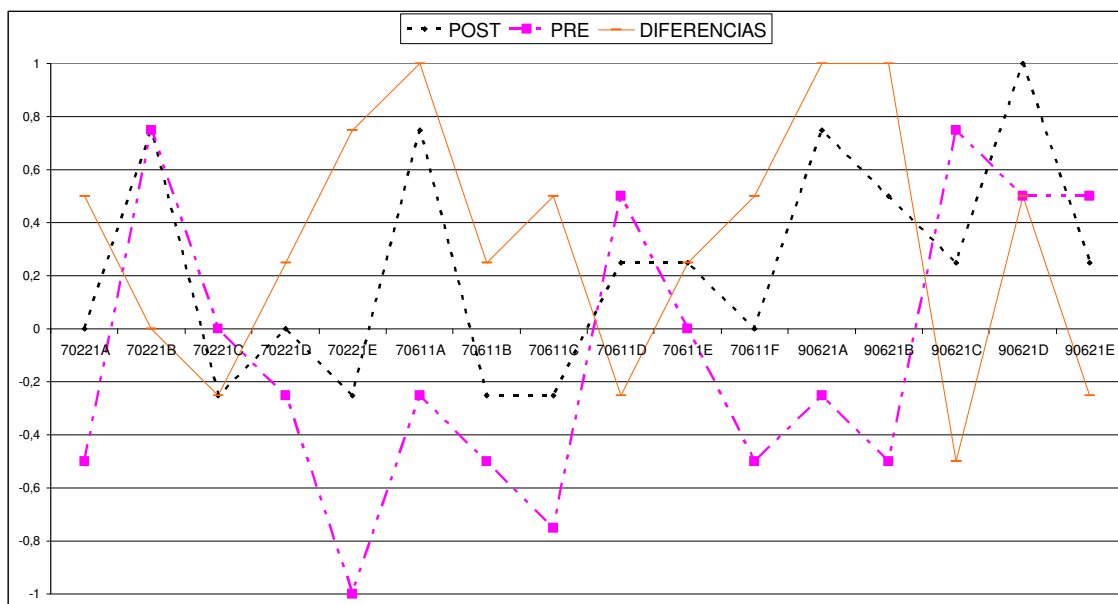


Figura 1. Índices de cada una de las frases de las tres cuestiones de evaluación para la evaluación inicial y final y las diferencias entre ambas.

Los resultados visualizados en la figura 1 muestran un perfil generalizado de mejores índices en la evaluación final respecto a la inicial (el perfil de la línea de diferencias es positivo en la mayoría de las frases). Hay ocho frases cuyas diferencias son positivas y grandes (mayores que 0.4), aunque también se pueden observar algunas excepciones en cuatro frases, cuyas diferencias son negativas, pero muy pequeñas, con la excepción de la frase 90621C.

Resultados cualitativos

El estudiante profesor fue realimentado con la información de sus respuestas directas de acuerdo y desacuerdo dadas en la evaluación inicial y final. Después, para cada cuestión se le pidió al estudiante profesor una reflexión personal sobre su pensamiento acerca de los temas de NdCyT, respondiendo las siguientes propuestas:

1. Explica las razones que justifican tus valoraciones en esta cuestión.
2. Compara tus primeras respuestas con las segundas, y en caso que hayas cambiado en algo tu opinión, explica las razones que justifican tus cambios en cada cuestión.

De las respuestas del estudiante profesor a estas propuestas se extraen literalmente los siguientes textos. A la primera propuesta, aporta sucesivamente para las cuestiones 70221, 70611, 90621 la siguiente información:

“Las decisiones de los científicos se basan en algo más que en los hechos. En ellas influyen otras variables como el carácter del científico, la estructura lógica de la teoría, etc. Los científicos deben ser lo más objetivos posibles.”

“Los científicos brillantes influyen en cierto modo sobre otros científicos, pero no copian exactamente su forma de trabajar, pensar y ver las cosas.”

“El método científico suele ser la mejor opción para realizar un trabajo científico, pero es cierto que muchos descubrimientos se hicieron por casualidad.”

A la segunda propuesta, aporta, sucesivamente para las cuestiones 70221, 70611, 90621, los siguientes comentarios:

“Mis respuestas no han cambiado significativamente. Solamente la primera, por lo que pienso que las decisiones no se basan exclusivamente en los hechos.”

“En mis respuestas se puede observar un cambio de percepción. Ahora pienso más en la influencia de los científicos brillantes, supongo que por haber visto durante el máster que los humanos aprendemos observando, y a quienes observamos es a los científicos brillantes.”

“Mis respuestas parecen haber cambiado en el sentido de la casualidad, pero simplemente pienso que sí, que ha habido en el tiempo muchos descubrimientos por casualidad. Aun así, sigo pensando que el método científico es el que se debe seguir.”

El primer comentario sugiere una minusvaloración de su propio aprendizaje, el segundo una atribución genérica hipotética y el tercero parece que expresa aún una concepción ingenua sobre el método científico muy arraigada. En el congreso se presentarán análisis más detallados de los instrumentos, los documentos y comentarios de los resultados reseñados, que la falta de espacio no permite incluir aquí.

CONCLUSIONES

El desarrollo del currículo de ciencias a través de la planificación, elaboración y aplicación de secuencias de enseñanza-aprendizaje constituye una pieza clave de los aprendizajes básicos en la formación del profesorado de ciencias. En este estudio se han implementado un conjunto de reflexiones didácticas, habituales en la formación del profesorado, para mejorar la comprensión de la NdCyT del profesorado en formación inicial en torno a una sencilla SEA acerca de las investigaciones y toma de decisiones científicas sobre un caso histórico en la ciencia, como es la anticipación de la existencia del planeta Neptuno antes de producirse su avistamiento.

Fundamentalmente, el objetivo de esta comunicación es presentar un modelo de metodología integral para enseñar la NdCyT al profesorado en formación inicial. Esta metodología se basa en un diseño experimental test-re-test de evaluación cuantitativa de los cambios, junto con actividades personales de reflexión cualitativa, a partir de la realimentación ofrecida al profesor con sus propias respuestas.

Los resultados cuantitativos obtenidos muestran una mejora de la comprensión de la NdCyT por el profesor en las tres cuestiones, y permiten identificar las ideas concretas donde ese cambio ha sido mayor. La reflexión cualitativa del profesor sobre sus respuestas ratifica la validez de las respuestas dadas al cuestionario escrito, a la vez que ayudan a comprender los múltiples matices del pensamiento del profesorado sobre

NdCyT y el riesgo de las evaluaciones puramente cualitativas que “seleccionan e interpretan” las frases redactadas por los estudiantes.

También cabe reseñar que la auto-evaluación llevada a cabo por el profesor sobre los cambios observados a través de la realimentación de sus valoraciones directas muestra una tendencia a la minimización, es decir, los cambios son percibidos por el profesor como relativamente menores, cuando la realidad muestra que en algunos casos son muy grandes. Seguramente, la ausencia de una formación sistemática sobre historia, filosofía y sociología de la ciencia no permite ver al profesorado la realidad e importancia de esos cambios.

Este resultado confirma la potencial validez del modelo diseñado para mejorar la comprensión de NdCyT por el profesorado. En consecuencia, el modelo puede ser usado fiablemente como instrumento de formación del profesorado de ciencias en formación inicial.

BIBLIOGRAFÍA

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, <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

Bennássar, A., Vázquez, A., Manassero M. A., García-Carmona, A. (Coor.). (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

Celik, S. y Bayrakçeken, S. (2006). The effect of a 'Science, Technology and Society' course on prospective teachers' conceptions of the nature of science. *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 255-273

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.

Irez, S. (2006). Are we prepared? An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Education*, 90, 1113-1143.

Lederman, N. G. (2008). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell, & N. G. Lederman, (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Vázquez-Alonso, Á.; Manassero-Mas, M. A.; Bennássar-Roig, A. (2012, en prensa). *Proyecto EANCYT: Enseñar, aprender y evaluar sobre naturaleza de la ciencia y tecnología*. Comunicación presentada en el I Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias (I SIEC 2012).

Anexo 1. Cuestionario de evaluación.

90621 Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico.

- A. El método científico asegura resultados válidos, claros, lógicos y exactos. Por tanto, la mayoría de los científicos seguirán las etapas del método científico.
- B. El método científico, tal como se enseña en las clases, debería funcionar bien para la mayoría de los científicos.
- C. El método científico es útil en muchos casos, pero no asegura resultados. Por tanto, los mejores científicos también tendrán originalidad y creatividad.
- D. Los mejores científicos son aquellos que usan cualquier método para obtener resultados favorables (incluyendo la imaginación y la creatividad).
- E. Muchos descubrimientos científicos fueron hechos por casualidad, y no siguiendo el método científico.

Anexo 2. Texto histórico que forma la base de la secuencia de enseñanza aprendizaje.**Un nuevo planeta**

Hasta 1781, los astrónomos pensaban que había seis planetas en el sistema solar. Entonces, un astrónomo observó un séptimo planeta, Urano. No se había observado antes porque el brillo de Urano es muy débil en el cielo nocturno, debido a que Urano está mucho más lejos del Sol que los otros planetas.

Los astrónomos eran capaces de explicar y predecir el movimiento de los planetas con las leyes de Newton del movimiento y la gravitación. Sin embargo, había un problema. El camino en el cielo del planeta Urano tiene pequeños "tambaleos". Su movimiento no coincide exactamente con las predicciones.

Algunos astrónomos pensaron, 'Tal vez la ley de gravitación de Newton no se aplica a grandes distancias del Sol'. Pero las leyes de Newton llevaron a muchas predicciones exitosas por lo que fue difícil de aceptar que podían estar equivocadas. Así que muchos astrónomos pensaron que las leyes de Newton son correctas y que debe haber otra explicación para el movimiento de Urano.

En 1843, dos astrónomos, John Adams en Inglaterra y Urbain Le Verrier en Francia, llegaron de forma independiente a la misma idea. Tal vez, pensaron, hay otro planeta más allá de Urano - y la fuerza gravitacional del planeta desconocido está afectando el movimiento de Urano. Utilizando las leyes de Newton, los astrónomos calcularon exactamente hacia dónde mirar en el cielo nocturno para ver este nuevo planeta.

En 1846, otro astrónomo, Johan Galle, apuntó su telescopio en la dirección que Adams y Le Verrier predijeron. Con cierta sorpresa, Galle cuenta que había un objeto muy débil en el cielo nocturno. Mediante la observación durante varias noches, demostró que el objeto débil se movía sobre las estrellas de fondo. Se trataba de otro planeta. Fue llamado Neptuno.

Aportaciones del aprendizaje con analogías al desarrollo del pensamiento modelizador de los alumnos en química: aprendiendo a trabajar con múltiples modelos

Aragón, M^aM.*; Oliva, J.M^a; Navarrete, A.

*Departamento de Didáctica, área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Cádiz. España. (*mariadelmar.aragon@uca.es)*

RESUMEN

En esta comunicación se analiza las aportaciones del aprendizaje con analogías en el desarrollo de la competencia de modelización de los alumnos en relación al cambio químico. Más concretamente se intenta constatar el grado de vinculación que existe entre el uso de múltiples analogías por parte de los alumnos y su capacidad para manejar distintos modelos en las explicaciones del cambio químico. Los sujetos participantes fueron 35 alumnos de 3º de Educación Secundaria Obligatoria, que estudiaban el tema del cambio químico en la asignatura de Física y Química. Los resultados obtenidos muestran un importante grado de correspondencia y asociación entre el uso de analogías múltiples por parte del alumnado y la comprensión y utilización de múltiples modelos sobre el cambio químico.

Palabras clave

Analogías; cambio químico; modelos; modelización; múltiples modelos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad vienen cobrando un interés creciente aquellos enfoques de enseñanza de las ciencias que centran su atención en el aprendizaje a través de modelos. Estos, como transposiciones didácticas de los modelos científicos, constituyen conocimientos escolares idealizados sobre la realidad que nos permiten comprenderla e interactuar con ella, tanto en las clases de ciencias como en la vida personal. Desde aquí, suele considerarse importante que los alumnos aprendan no solo los modelos de la ciencia escolar (Gilbert, 1993), sino que también desarrollen las capacidades necesaria para trabajar con ellos, elaborarlos y revisarlos, así como hablar y opinar acerca de los mismos, entendiendo su valor, su utilidad, su carácter aproximativo y cambiante, y también sus limitaciones. Todo lo cual viene a configurar lo que algunos autores han venido a denominar la competencia de modelización (Lopes y Costa, 2007).

En este contexto, las analogías pueden constituir instrumentos idóneos en el aprendizaje de modelos y de los procesos de modelización. Así, cuando se seleccionan y se usan convenientemente, pueden contribuir al aprendizaje de conceptos y a la evolución de las concepciones alternativas (Dagher, 1994), así como al desarrollo de las aptitudes y actitudes necesarias para aprender modelos científicos y adquirir la competencia de modelización (Oliva y Aragón, 2009). En esta comunicación se pretende aportar datos que contribuyan a respaldar esta hipótesis, constatando el grado de vinculación que

existe entre el uso de múltiples analogías, por parte de los alumnos, y su capacidad para manejar distintos modelos en las explicaciones del cambio químico.

MARCO TEÓRICO

En la actualidad, una de las dimensiones que caracterizan más estrechamente la competencia de modelización de los alumnos, estriba en el conocimiento de diversos modelos de representación para un mismo ámbito de la ciencia, así como la posibilidad de usarlos de manera combinada en la interpretación y predicción de fenómenos y situaciones ubicadas dentro de dicho dominio (Aragón, 2012).

En el ámbito particular del cambio químico, el trabajo de Johnstone (1982) ha sido y sigue siendo un referente fundamental en la investigación y en la praxis de la enseñanza de la química (Talanquer, 2011). De hecho, este autor distingue distintos ámbitos de representación posibles para el estudio de la materia y sus cambios, que son fundamentales para entender cómo los alumnos conceptualizan en este dominio y las dificultades que encuentran en su aprendizaje:

- **Ámbito macroscópico**, que corresponde a representaciones mentales que proceden de la realidad observable.
- **Ámbito simbólico**, que involucra la representación de conceptos químicos usando diferentes medios, modelos, dibujos, ecuaciones, formas digitales,...
- **Ámbito submicroscópico**, correspondiente a la interpretación de procesos mediante partículas submicroscópicas como electrones, átomos o moléculas, que no pueden ser directamente observadas.

Al igual que en otros dominios de la ciencia, las distintas formas de representación que concurren para explicar un mismo fenómeno, podrían equipararse a “lenguajes” distintos que intentan expresar una misma idea, consistiendo gran parte de la tarea de quien modeliza en la “traducción” de unos “lenguajes” a otros (Keig y Rubba, 1993).

En el caso particular del cambio químico, los estudios realizados muestran que inicialmente los alumnos mantienen visiones macroscópicas sobre el mundo que, poco a poco, bajo condiciones favorables, pueden evolucionar hasta otras situadas en una escala submicroscópica (Benarroch, 2000; Garritz-Ruiz y Gallego-Cázares, 2004; Gómez Crespo y Pozo, 2004). Dicha evolución suele ser considerada además como un factor positivo y un indicador de aprendizaje, al revelar un proceso de transformación de una imagen del mundo, basada en aspectos perceptibles, a otra que va más allá de lo que el alumno puede ver y tocar. Aunque estamos de acuerdo en que dicho tránsito globalmente puede entenderse como una evolución, consideramos importante recordar que los distintos ámbitos de representación del cambio químico no son incompatibles sino complementarios. De ahí que sea probable que, sólo después de una correcta comprensión del modelo macroscópico del cambio químico, el estudiante llegue a formular hipótesis atómicas que le permitan explicar el comportamiento de los sistemas a otros niveles (Solsona, Izquierdo y de Jong, 2003; Furió y Domínguez, 2007).

Como apoyo a estas ideas, podemos aludir aquí a los trabajos de Mortimer en los que plantea la posibilidad de que, en cualquier persona, concorra una cierta diversidad de formas de pensar, que vendrían a configurar perfiles conceptuales que coexisten y se manifiestan ante contextos diferentes (Mortimer y Amaral, 2007). De ahí la necesidad de contemplar diversos modelos y la posibilidad de realizar un uso múltiple de la diversidad de los mismos (Kern et al, 2010). También podríamos aludir a los trabajos de Harrison y Treagust (2000), que apuntan a la importancia de usar múltiples modelos en

la comprensión de un mismo dominio científico, o a los de De Jong y Taber (2007), que destacan la necesidad del aprendizaje de múltiples modelos en el ámbito del cambio químico.

En este sentido, un valor importante de las analogías podría estar en su potencial para desarrollar estrategias, habilidades y valores necesarios para dicho proceso de “traducción” de unos modelos a otros, así como para el uso de múltiples modelos. De hecho, analogías y modelos comparten capacidades, actitudes y visiones epistemológicas que son comunes a ambos (Oliva y Aragón, 2009). Si esto es así, podría explicarse que las analogías sirvan como interfase entre el conocimiento cotidiano del alumno y el manejo y la comprensión de algunos de los signos y códigos que integran los modelos de la ciencia escolar. Particularmente, el manejo de distintas analogías en el aprendizaje de un mismo dominio científico, podría contribuir a que: 1.- los alumnos entiendan y valoren que, diversas formas de representación o visualización, pueden ser útiles para imaginar y comprender un mismo fenómeno o situación, 2.- que cada una de ellas permite representar solamente aspectos parciales del fenómeno o concepto objeto de consideración, y 3.- que todas ellas mantienen en el fondo un sentido figurado y limitado, lo que recomienda un uso combinado de todas ellas, al objeto de representar en su conjunto el sistema objeto de estudio. Capacidades todas ellas necesarias para la modelización científica, específicamente para el manejo de diversos modelos diferentes en torno a un mismo sistema.

EL ESCENARIO DE INVESTIGACIÓN

El escenario didáctico escogido para la recopilación de datos consistió en el desarrollo de una unidad didáctica sobre el cambio químico, dirigida a estudiantes de 3º de ESO, en la que las analogías constituían un soporte reiterado y continuo en la construcción de modelos sobre el cambio químico (Aragón y Oliva, 2009; Aragón, Oliva y Navarrete, 2010; Aragón, 2012). La unidad fue implementada a lo largo de dieciséis sesiones de una hora, a través de una secuencia de tareas entre las que se alternaban cuestiones que los alumnos debían de resolver en pequeño grupo –algunas a través de trabajos prácticos–, explicaciones del profesor, lecturas de textos escritos breves, desarrollo de simulaciones con modelos analógicos, y discusiones y debates en gran grupo. Los estudiantes habían abordado ya previamente, durante el curso anterior, el estudio del cambio químico, pero solo desde un punto de vista fenomenológico.

El enfoque didáctico adoptado puede situarse dentro del marco socioconstructivista, en el que el alumno juega un papel activo y participativo, implicándose en el proceso de aprendizaje, en general, y en los procesos de modelaje, en particular. Dicha participación estuvo canalizada a través del trabajo colectivo en pequeño y gran grupo, favoreciendo el debate en torno a los modelos explicativos que se iban generando a partir de los modelos de partida.

La secuencia de actividades desarrollada siguió el marco propuesto por Justi y Gilbert para el acto de modelar (Justi y Gilbert, 2002). En ella las analogías suponían una herramienta útil como hilo conductor del tema, para un primer acercamiento a la representación submicroscópica de la materia, para establecer y manejar sistemas de representación del cambio químico y para interpretar y predecir fenómenos.

Como referentes esenciales consideramos cuatro formatos de representación, en coherencia con las aportaciones de autores como Barsalou (1999) o Johnstone (1982):

- *Modelos proposicionales macroscópicos.* Constituidos por las representaciones verbales centradas en la realidad observable, que implica el uso de conceptos

como mezcla, sustancia, sustancia elemental, compuesto, masa, propiedad, características, cambio físico, cambio químico y conservación, así como el establecimiento de relaciones entre los mismos.

- *Modelos proposicionales submicroscópicos.* Corresponden a las representaciones verbales basadas en la interpretación de procesos mediante el modelo cinético molecular, el modelo atómico y el modelo de colisiones.
- *Modelos icónicos modales.* Formados por representaciones del cambio químico que hacen uso de diagramas de partículas, guardando los símbolos empleados una cierta relación de similitud con los objetos que representan, átomos y moléculas fundamentalmente.
- *Modelos icónicos amodales.* Constituidos por símbolos que no guardan relación de semejanza con el objeto representado (p.e. símbolos y fórmulas).

Las analogías empleadas fueron diversas y variadas, y algunas de ellas se utilizaron en distintos momentos del proceso de intervención didáctica. El anexo final presenta una síntesis de algunas de las planteadas expresamente por el profesor, si bien en ocasiones las analogías fueron propuestas también por los propios alumnos. En el caso de las analogías sugeridas por el profesor, los alumnos adoptaron un papel activo en su proceso de elaboración, unas veces por iniciativa propia a la hora de establecer relaciones entre elementos del objeto y del análogo, y en otras a la hora de usarlas, tanto para extraer conclusiones a partir de ellas, como para valorar su utilidad o establecer límites de validez para las mismas.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación tenía por objeto constatar si existe alguna relación entre el grado de comprensión de analogías múltiples, en el aprendizaje del cambio químico, y el nivel de comprensión y uso de múltiples modelos acerca del cambio químico.

La muestra objeto de estudio estuvo formada por dos grupos-clase de 3º de ESO (35 alumnos en total), a los que se impartía la asignatura de Física y Química con carácter cuatrimestral, dedicando cuatro horas semanales de clase durante la mitad del curso académico. El aula habitual de trabajo fue el laboratorio, donde se disponen de mesas con capacidad de cuatro alumnos cada una. Los alumnos pertenecían a un centro público de Cádiz capital, en el que el nivel socioeconómico de las familias es medio.

La profesora adoptó el rol de observadora participante, además de investigadora junto a uno de los autores de este trabajo. Se trataba con ello de que la investigación tuviese un máximo de implicación en la práctica real del aula, actuando ésta como escenario natural en el que el profesor investiga a la vez que interviene.

La comprensión de las analogías manejadas en clase fue evaluada a través de un cuestionario escrito, administrado un mes después de finalizar la lección. Mientras tanto, la comprensión del modelo de cambio químico, en sus diferentes representaciones de tipo verbal, fue evaluada tanto a través de una segunda parte de dicho cuestionario, como mediante una prueba de examen planteada justo al final de la lección. Se esperaba que los alumnos fueran capaces de reconocer y expresar verbalmente, cuanto menos, cada uno de los elementos básicos de cada uno de los dos modelos abordados, el macroscópico y el submicroscópico. Para ello el alumno debería utilizar en cada caso los términos y conceptos apropiados, utilizando el discurso científico con propiedad al referirse a los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los análogos tratados tenían como característica común el constituir sistemas discontinuos, conjuntos formados por entidades elementales que se pueden organizar de diferente modo (ver anexo). Ahora bien, cada uno de ellos recae en un aspecto diferente en relación al objeto. Así, la analogía de la fruta incide sobre la diferente disposición de las unidades o frutas, lo que trasladado al dominio del objeto nos lleva a una clasificación de las sustancias, según su estructura, en moleculares o cristalinas. Las piezas del lego conducirían a un modelo submicroscópico del cambio químico y el análogo, formado por las bolas de plastilina, que profundiza en el mismo, de modo que, al transferirlo al dominio del cambio químico, se espera que contribuya al desarrollo del modelo de colisiones. En conjunto, el grado de comprensión de analogías múltiples, así como la competencia para usar múltiples modelos, se valoró mediante una escala ordinal de cuatro niveles según se expone en la Tabla 1.

Categoría	Múltiples analogías	Diversidad de modelos
A	No se da muestra de comprender/manejar ninguno o, no se dispone de evidencias al respecto.	No se da muestra de comprender ninguno o, al menos, no se dispone de evidencias al respecto.
B	Solo comprende una analogía.	Comprende un único modelo para representar el cambio químico a nivel básico o avanzado. También los que usan además otros modelo pero de forma insuficiente o con concepciones alternativas. Esta situación se corresponde a los niveles I (no uso), II (insuficiencia) y III (transición) establecidos anteriormente para el uso de los modelos, tanto proposicionales como icónicos, explicativos del cambio químico.
C	Comprende dos analogías de forma diferenciada.	Comprende al menos dos o tres modelos de forma aceptable.
D	Comprende tres analogías de forma diferenciada,	Comprende los cuatro modelos a un nivel al menos básico

Tabla 1. Criterios de valoración empleados.

En la tabla 2 se muestran las frecuencias y porcentajes obtenidos para los diferentes niveles de progresión contemplados para ambos casos, evidenciándose niveles competenciales similares, y ciertamente bastante satisfactorios. En general, los alumnos muestran cierta facilidad para aprender diferentes analogías, como también múltiples modelos explicativos del cambio químico, al menos a través del diseño didáctico planteado. Las tres cuartas partes del alumnado, aproximadamente, se sitúa al menos en el nivel C de la escala, lo que implica la comprensión y manejo de un cierto rango de analogías y modelos. Dentro de este contexto, si bien los resultados para el nivel D parecen algo superiores para el manejo de analogías múltiples respecto a los modelos, las escasas diferencias detectadas no llegan a resultar estadísticamente significativas (prueba de rangos de Wilcoxon).

Niveles de progresión	Aprender varias analogías y diferenciarlas		Conocer diversos modelos y diferenciarlos	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
A	2	5,7%	3	8,6%
B	7	20,0%	5	14,3%
C	7	20,0%	12	34,3%
D	19	54,3%	15	42,9%

Tabla 2. Recuentos y porcentajes de los niveles de progresión para las capacidades de aprender varias analogías y diferenciarlas y conocer diversos modelos y diferenciarlos.

La tabla 3 muestra un análisis de contingencia para el estudio de una posible relación entre ambas variables consideradas. Se aprecia que el 66% de los alumnos muestran el mismo nivel en ambos casos, mientras el 34% restante muestra niveles contiguos entre sí. Este dato apunta hacia la existencia de una importante correspondencia entre ambas variables, lo que sugiere la posibilidad de una cierta asociación o correlación entre ellas. De hecho, el cálculo del coeficiente Tau-b conduce a un valor de 0,70, que es bastante alto y resulta estadísticamente significativo ($p < 0,001$) en la prueba exacta. Esto sugiere que cuanto mayor es el nivel del alumnado en la tarea de hacer un uso de diferentes analogías, mayor es también el nivel de competencia en el uso de modelos múltiples para la interpretación del cambio químico.

El análisis cualitativo nos permite, por otro lado, ahondar en estas mismas conclusiones, al propiciar un marco en el que situar la correlación obtenidas. En efecto, aunque los alumnos son capaces de aprender varios modelos sobre el cambio químico, apreciábamos un mejor conocimiento de los modelos icónicos respecto a los modelos proposicionales. En este sentido, hemos de tener en cuenta que los modelos icónicos son los más cercanos a las analogías empleadas, puesto que los sistemas análogos propuestos, constituyen analogías puente hacia el modelo icónico modal de esferas rígidas empleado para representar los sistemas materiales y el cambio químico. La analogía del lego, de las frutas, de las bolas de plastilina, o de los fichas de colores, van suponiendo una aproximación progresiva en cuanto al grado de abstracción hacia el modelo simbólico del cambio químico. De ahí la asociación en esta vertiente entre pensamiento analógico y de modelización, sin duda amparada en la gran proximidad entre las analogías consideradas y los modelos icónicos modales objeto de las mismas.

Frecuencias		Conocer diversos modelos y diferenciarlos				Total
		A	B	C	D	
Aprender varias analogías y diferenciarlas	A	2	0	0	0	2
	B	1	4	2	0	7
	C	0	1	4	2	7
	D	0	0	6	13	19
Total		3	5	12	15	35

Tabla 3. Tabla de contingencia entre las capacidades de aprender varias analogías y diferenciarlas frente a conocer diversos modelos y diferenciarlos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran un importante grado de correspondencia y asociación entre, el uso de analogías múltiples por parte del alumnado, y la comprensión y utilización de múltiples modelos sobre el cambio químico. Tales resultados lo entendemos como un indicador de la aportación de las analogías, al desarrollo de competencias científicas en torno a la modelización, aunque tal vez sugiera, a su vez, que existe una influencia positiva de la competencia de modelización en la comprensión y manejo de analogías en el aula. Esto viene a constatar la hipótesis de partida, mostrando que el trabajo con analogías puede constituir un recurso importante en el desarrollo de los procesos de modelización en ciencias.

REFERENCIAS

Aragón, M^aM. (2012). *Aportaciones de las analogías al desarrollo del pensamiento*

- modelizador de los alumnos acerca del cambio químico*. Tesis doctoral. Universidad de Cádiz.
- Aragón, M^aM.; Oliva, J.M^a; Navarrete, A. (2010). Analogías y modelización en la enseñanza del cambio químico. *Investigación en la escuela*, 71, 93-114.
- Barsalou, L.W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 577-609.
- Benarroch, A. (2000). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), 235-246.
- Dagher, Z.R. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change? *Science Education*, 78(6), 601-614.
- De Jong, O. y Taber, K. (2007). Teaching and learning the many faces of chemistry. In: Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education* (pp. 631-652). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Publishers.
- Furió Más, C. y Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 241-258.
- Garritz Ruiz, A. y Gallego-Cázares, L. (2004). Representación continua y discreta de la materia en estudiantes de Química. *Educación química*, 15(3), pp. 234-242.
- Gilbert, J.K. (1993). *Models and modelling in science education*. Hatfield, UK: Association for science education.
- Gómez Crespo, M.A. y Pozo, J.I (2004). Relationships between everyday knowledge and scientific knowledge: understanding how matter changes. *International Journal of Science Education*, 26 (11), 1325-1343.
- Harrison, A.G. y Treagust, D.F. (2000). Learning about atoms. Molecules and chemical bonds: a case study of multiple model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.
- Johnstone, A.H. (1982). Macro and micro chemistry. *School Science Review*, 64, 295-305.
- 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.
- Keig P.F. y Rubba, P.A. (1993). Translations of representations of the structure of matter and its relationship to reasoning, gender, spatial reasoning, and specific prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 883-903.
- Kern, A.L.; Wood, N.B.; Roehrig, G.H. y Nyachwaya, J. (2010). A qualitative report of the ways high school chemistry students attempt to represent a chemical reaction at the atomic/molecular level. *Chemical Education Research and Practice*, 11 (3), 165-172.
- Lopes. 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.
- Mortimer, E. y Amaral, L.O.F. (2007). Conceptual profiles: a research program on teaching and learning scientific concepts. En *Investigar en la enseñanza de la*

química. *Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Izquierdo, M.; A.Caamaño, A.; Quintanilla, M. (Eds.). Universidad Autónoma de Barcelona.

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.

Solsona Pairo, N.; Izquierdo Aymerich, M.; Jong, O. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, 25 (1), 3-12.

Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry 'triplet'. *International Journal of Science Education*. 33 (2), 179-195.

Anexo.- Analogías más importantes empleadas en la propuesta didáctica.

Análogo	Objeto	Análisis de relaciones	Propósito de la analogía
Trabajo de un detective para identificar al culpable en el lugar del crimen.	Identificación de sustancias químicas	Del mismo modo que el detective busca pruebas (huellas digitales, ADN, etc.) para identificar al criminal, podemos identificar las sustancias que intervienen en una reacción química a través de sus propiedades características.	Cómo identificar las sustancias químicas que intervienen en un cambio químico
Juego del Lego. Piezas de plástico que se engarzan y se desmontan.  	Átomos y moléculas	Del mismo modo que las piezas se pueden ensamblar en estructuras más complejas o se pueden desmontar en estructuras más pequeñas, los átomos se pueden combinar formando moléculas y las moléculas se pueden descomponer en otras más pequeñas. Del mismo modo que podemos representar mediante fórmulas la composición de las estructuras ensambladas del lego, podemos representar las moléculas que intervienen en un cambio químico. Del mismo modo que no se produce variación de masa por el hecho de montar y desmontar piezas, tampoco se produce variación de la masa en un cambio químico.	Conceptualización del cambio químico como ruptura y formación de enlaces entre átomos y/o moléculas. Se produce una reorganización en la forma en la que los átomos están unidos en reactivos y productos. Representación mediante fórmulas de un cambio químico: ecuación química. Conservación de la masa en un cambio químico
Representación de frutas y fruteros mediante símbolos y combinaciones de símbolos (fórmulas) 	Átomos y moléculas, que se representan mediante símbolos y fórmulas	Del mismo modo que podemos formar fruteros con una cierta variedad y número de frutas, podemos formar moléculas con distintas combinaciones de átomos.	Interpretar la composición de las sustancias y el sentido de una fórmula química
Una caja que contiene dos bolas de diferente color (una con imán en el interior y otra no) unidas débilmente mediante la plastilina y otra bola separada de las anteriores con un imán en el interior. Agitamos hasta que choquen. 	Moléculas que chocan en una reacción química	Del mismo modo que en la caja se produce una redistribución en la forma en que se unen las bolitas, en el cambio químico se produce una redistribución de átomos dando lugar a moléculas diferentes a las iniciales.	Conceptualización del cambio químico como ruptura y formación de enlaces entre átomos y/o moléculas. Se produce una reorganización en la forma en la que los átomos están unidos en reactivos y productos
Fichas circulares de colores, y combinaciones de fichas, pegadas sobre una pizarra magnética 	Átomos y moléculas	Cada ficha circular representa un átomo. Un conjunto de fichas pegadas representa una molécula. Del mismo modo que se puede modificar la composición de los grupos de fichas, se puede modificar la composición de las moléculas.	Conceptualización del cambio químico como ruptura y formación de enlaces entre átomos y/o moléculas. Se produce una reorganización en la forma en la que los átomos están unidos en reactivos y productos.

Enseñanza de las Ciencias: indagación guiada en las prácticas escolares

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación.
Universidad de Zaragoza. araguesd@unizar.es

Aragüés, A.

RESUMEN

La presente investigación se centra en un análisis de situaciones de aula mediante grabaciones de video. En ellas, maestros en formación llevan a cabo una propuesta didáctica basada en la aplicación de una metodología de indagación guiada en clases de Ciencias en la etapa de Primaria. Los maestros en formación, cuya actuación se analiza, pertenecen a la Facultad de Educación de Zaragoza. Durante sus estudios en las aulas de la universidad habían realizado actividades de indagación y reflexionado sobre sus implicaciones para el ejercicio profesional. El objetivo de este trabajo es obtener resultados acerca de las dificultades de la transposición didáctica de una metodología de indagación, realizada durante el *Practicum*. Los resultados sugieren la necesidad de revisar aspectos claves de la formación del profesorado, sin desligarlo de una clarificación de qué ciencia debieran aprender el alumnado de primaria y cuál sería el papel del maestro-tutor en consecuencia.

Palabras clave

Indagación guiada, formación de maestros, ciencia escolar, análisis de video.

INTRODUCCIÓN

Como señalan distintos informes europeos (Rocard, 2007; Osborne y Dillon, 2008), es alarmante el descenso de alumnos matriculados en carreras científicas en las últimas décadas. Por otra parte, la necesidad de una cultura científica ciudadana para la participación social activa relacionada con la ciencia, conlleva a un replanteamiento de la didáctica de las ciencias desde los niveles más tempranos. Para estas cuestiones, desde diversas instituciones se recomienda una enseñanza de las ciencias por indagación (*inquiry*), también aludida en términos de “investigación escolar” (American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 2000; National Science Teachers Association, 2007; Duschl, Schweingruber y Shouse, 2007; Association for Science Education, 2009, Instituto de Evaluación, 2010).

En el plan de estudios de la universidad donde se desarrolla este trabajo, se concede una dedicación muy limitada a la posibilidad de que el futuro maestro de educación Primaria ponga a prueba sus habilidades para abordar situaciones problemáticas científicas, así como sus competencias para aplicarlas en la escuela. La Diplomatura de Maestro en Educación Primaria adjudica tan sólo 130 horas en el tercer curso, durante el segundo cuatrimestre, para cursar asignaturas relacionadas con la educación científica.

El principal objetivo del estudio es detectar el grado de competencias de los maestros en formación para aplicar una enseñanza por indagación guiada e identificar qué dificultades entraña su transposición didáctica. Con tal motivo, se grabaron en vídeo varias actuaciones de unos estudiantes del último curso, durante el *Practicum*, las cuales han constituido la fuente de datos para la elaboración de esta investigación.

Antecedentes y definición

Desde los años 80, bajo la convicción de la importancia que posee el conocimiento científico para la ciudadanía, se ha comenzado a desarrollar un importante número de proyectos basados en la *Indagación*, entre ellos el proyecto *Pollen* (<http://www.pollen-europa.net/>) y el proyecto francés *La main à la pâte* (<http://lamap.inrp.fr/>), siendo este último de los proyectos uno de los de mayor repercusión en relación con la renovación de la enseñanza de la ciencia en Primaria (Hernández, Figueroa, Carulla, Patiño, Tafur y Duque, 2004). La idea de la necesidad de una metodología enseñanza-aprendizaje basada en los procesos científicos, por su contribución al aprendizaje significativo, es ya clásica (Novak, 1999).

Desde entonces, gran parte de los esfuerzos en investigación didáctica se vierten en configurar una enseñanza de las ciencias que tenga en cuenta cómo los científicos hacen ciencia. Según el *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning* (2000), la indagación se refiere no solamente a cómo se desarrollan las actividades que realizan los estudiantes para aprender y comprender las ideas científicas, sino también la forma en que trabajan los científicos cuando estudian el medio natural.

Actualmente, se considera que hay que diferenciar la ciencia escolar de la ciencia de los científicos, siendo una de las cuestiones claves en esta diferenciación la naturaleza del problema. El “problema” de los científicos equivaldría a una “cuestión” o una “pregunta” para el alumno, es decir, una duda real o un problema auténtico. Y una investigación científica sería análoga a una investigación en la escuela (Jiménez, 1998; Izquierdo, 1999; Duschl, 1998).

Diversas investigaciones avalan este tipo de metodología didáctica desde las etapas más tempranas. Pujol (2003) indica la necesidad de enseñar una ciencia basada en la regulación de los procesos del aprendizaje desde los niveles más tempranos. Para ello, Cañal (2007) enfatiza la necesidad de impulsar la investigación didáctica y las metodologías de indagación desde la formación básica del profesorado.

Identificar los distintos aspectos que facilitan un aprendizaje por indagación permite un acercamiento a la comprensión del aprendizaje y un saber que impulsa la didáctica de las ciencias. En este sentido Gil Quílez, Martínez Peña, De la Gándara Gómez, Calvo Hernández y Cortés Gracia (2008) después de realizar un estudio acerca de la aplicación de la metodología de indagación en la formación inicial de maestros concluyen que: “(...) los estudiantes detectan que una metodología docente basada en la indagación supone afrontar importantes retos, a menudo disuasorios para gran parte del profesorado en formación.”

No obstante, a pesar de los numerosos esfuerzos realizados por la comunidad educativa, el aprendizaje por indagación es escaso en el espacio educativo y en ocasiones se han alzado voces que cuestionan si una enseñanza por indagación requiere un profesorado excepcional (Anderson, 2002).

Profundizando en este tipo de metodología se destaca los Estándares Nacionales para la Enseñanza de las Ciencias del Consejo Nacional de Investigación (1996) donde se apuntó que aquellos estudiantes que emplean la indagación para aprender Ciencia utilizan numerosos procesos mentales que son utilizados por los científicos. Por otro lado, se señala también que a pesar de ser consciente el educador de ello no siempre conoce las actividades y los procesos mentales que usan los científicos.

De toda la literatura revisada se infiere que existiendo unos elementos claves que

definirían qué es una actividad indagación (resolución de situaciones problemáticas para el alumno y progreso en la autorregulación del aprendizaje), el modelo es lo suficientemente flexible como para contemplar la variabilidad de situaciones didácticas.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Definición del modelo de indagación guiada utilizado en este trabajo

Basándonos en la bibliografía anteriormente citada, se expone a continuación el marco teórico procedimental en el que se evidencia en qué punto se sitúa y se entiende en este trabajo este tipo de metodología.

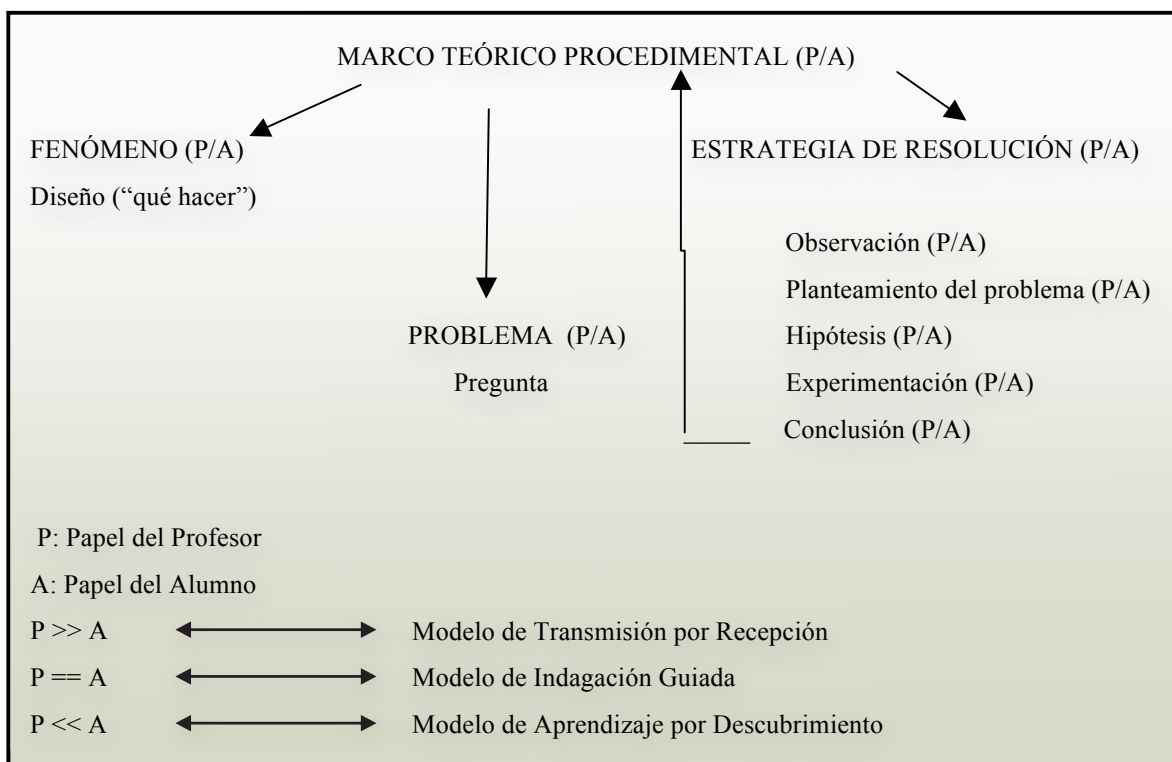


Figura 1: Esquema indagación guiada

Para la generación de un marco teórico procedimental en el aula surge o se observa un fenómeno o hecho. Normalmente es el maestro o la maestra la que dirige la mirada hacia ese fenómeno o hecho en función de los objetivos docentes; no obstante, también puede ser el propio alumnado el que observe el fenómeno y plantee esa pregunta real.

Frente al planteamiento de un problema o de una pregunta, con la finalidad de dar respuesta a esta pregunta, se elabora una estrategia de resolución. Esta estrategia contendría una serie de fases o etapas que son:

1. La observación del fenómeno, no de forma global, sino con la mirada puesta en la obtención de una respuesta para una pregunta concreta.
2. El planteamiento del problema. En caso de que el maestro o maestra haya ya definido la pregunta no será necesario.
3. Propuesta de hipótesis. Este punto siempre deberá darse siempre en este tipo de aprendizaje. Las hipótesis no son más que sugerencias de posibles explicaciones en las que el alumnado pondrá en juego sus conocimientos previos, y es en este punto en el

que el alumno o alumna pone en juego la relación de variables, de creatividad y otras habilidades de pensamiento superior según Bloom (Churches, 2009).

4. Experimentación. Esta etapa no tiene por qué darse en todas ocasiones, por ejemplo si lo que se pretende es estudiar el fenómeno de la erosión una representación fiel del no tendría cabida en el aula por cuestiones de tiempo.

5. Conclusión. Basándose siempre en la evidencia los alumnos deben exponer al resto la conclusión.

Metodología

El tipo de metodología aplicada en este trabajo es de tipo observacional dentro de las investigaciones de corte cualitativo. El interés se centra en la identificación del grado de desarrollo de las competencias en la transposición didáctica de una metodología de indagación guiada en aulas de Primaria.

La investigación prioriza en todo momento la determinación del significado frente a la cuantificación, con el objetivo de comprender el fenómeno lo más detalladamente posible. De esta forma, se permite la obtención de unos resultados situados que permiten una reflexión concreta del acontecimiento, facilitando así su discusión. Por otro lado, el análisis de vídeos presenta la ventaja de poder investigar distintos aspectos del desarrollo de las actividades de aula (análisis del contenido, interacciones dentro del sistema del aula, condiciones del medio didáctico, etc.), así como abordarlos desde distintos puntos de vista de la profesión didáctica.

Muestras

Las muestras tomadas fueron grabaciones realizadas por el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de esta Universidad de Zaragoza, de las actuaciones de dos maestras y un maestro en formación, que realizaban el *Practicum* en un mismo centro escolar. Se tomaron un total de seis grabaciones, dos correspondientes a cada maestro y maestra (*maestro-1*, *maestro-2* y *maestra-3*) de duraciones comprendidas entre 3,21 minutos y 11,42 minutos. En todos los casos durante la grabación en el aula clase se encuentran maestro/a en formación alumno/a, la maestra-tutora del aula clase así como profesoras pertenecientes al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Instrumentos y análisis

Se recurrió a dos tipos de herramientas complementarias: un *formato de campo* y la aplicación informática *Transana*. Autores como Malkoun, Seck y Tiberghine (2007) realizan un análisis de las ventajas que presenta este software frente a otras herramientas de análisis de vídeos.

Inicialmente se *transcribieron* las grabaciones de vídeo a formato texto. Se procedió a un *análisis macro*, para contextualizar la situación objeto de análisis, dando cuenta de los rasgos globales (Tabla-1). Concretamente se registran para cada propuesta de transposición: la secuencia de las *etapas*, su *temporalización*, la *modalidad* de la de cada etapa (individual o grupal) y una breve descripción acerca de cómo participa en cada etapa el alumnado y el profesorado. A modo de ejemplo:

Vídeo 90900: Ciclo del agua. Maestro-2

Tiempo (min)	Modalidad (Tgrangrupo, Tequipo, Tindividual)	Etapas	Alumno	Profesor (Maestro en formación)
0-1:39	Tg	Introducción	Aluden a que las gotas suben porque el sol las calienta. Un alumno expone que “ <i>El sol calienta y lo sube pero no lo vemos porque es gas y el gas no se ve</i> ”. Otro alumno plantea que el gas de las nubes sí se ve.	Introduce la clase con una pregunta: ¿Por qué el mar no crece si llueve y los ríos vierten agua?
1:39-2:53	Tg	Conclusión	Los alumnos explican la conclusión de la pregunta a la maestra tutora.	Propone explicarle a la maestra tutora porque el mar no crece. Concluye afirmando que el sol calienta el agua y el agua se evapora.

Tabla 1: Ejemplo parcial del análisis macro

Durante este *análisis macro* se elaboró la lista de rasgos, que una vez superada la prueba de triangulación, dio lugar a la creación del sistema definitivo de categorías (Tabla-2). El sistema de categorías se elaboró de forma abierta, adaptándolo y modificándolo durante los primeros visionados de las grabaciones de video. Cada una de las categorías fueron definidas cumpliendo los criterios de exhaustividad y de exclusividad mutua.

DIMENSIONES	CATEGORÍAS
Habilidades lingüísticas	Describir Explicar/Razonar
Autoría de la intervención	Maestro en prácticas Maestro tutor del aula Maestro no tutor del aula
Fases de la indagación	Observación Planteamiento del problema Propuesta de hipótesis Experimentación Conclusión
Tipos de preguntas	Cerrada Abierta No aprendizaje
Otras	Normas Refuerzo positivo Refuerzo negativo

Tabla 2: Relación de dimensiones y categorías elaboradas

Finalmente, para un análisis más detallado y significativo se procedió a un *análisis micro* basado en la codificación de las transcripciones de los fragmentos de video y conforme al sistema de categorías establecido para una actividad de indagación.

A partir de los códigos, se generan diversos gráficos (*Mapa de secuencia de códigos*, *grafo de barras de códigos* y *grafo de porcentaje de códigos*). Éstos informan de

aspectos tales como eventos que ocurren a nivel temporal y el peso relativo con que se producen.

Se han elaborado tablas porcentuales relación a cada una de las grabaciones, así como una media ponderada de cada pareja de vídeos en relación a cada profesor que queda recogida en la Tabla-3.

	Maestra 1	Maestro 2	Maestra 3
CÓDIGOS	%	%	%
Habilidades lingüísticas: Describir	4,5	1,7	3,4
Habilidades lingüísticas: Explicar/Razonar	9,3	15,65	5,12
Intervención: Alumno	12,5	4,85	12,5
Intervención: Maestro prácticas	17,6	17,35	28,4
Intervención: Maestro tutor	8,6	1,7	0
Intervención: Maestra fuera del aula	1,9	0,64	0
Otras: Normas	3,4	1,9	3,6
Otras: Refuerzo negativo	1,7	2,75	1,5
Otras: Refuerzo positivo	1	6,55	4,8
Fases indagación: Planteamiento del problema	4	2,65	11,2
Fases indagación: Observación	10,58	0,4	11,2
Fases indagación: Propuesta de hipótesis	2,5	2,4	2,35
Fases indagación: Experimentación	5	0	0
Fases indagación: Conclusión	5,8	0,2	1,71
Pregunta: Abierta	4	9,45	6,6
Pregunta: Cerrada	4,9	10,6	8,5
Pregunta: No aprendizaje	3,17	4,65	10,5

Tabla 3: Media ponderada de los porcentajes de los videos de cada maestro/a

CONCLUSIONES

En los tres casos (*maestra-1*, *maestro-2* y *maestra-3*) se observa una clara aproximación por parte del maestro/a en formación a este tipo de metodología y esto se refleja en los porcentajes de la Tabla-3. En todos los casos, en mayor o en menor medida, se han reflejado códigos referentes a la indagación. No obstante, en un análisis más detallado se observa que habría que tener en cuenta aspectos que den cuenta con mayor detalle del tipo de contenido que se pretende abordar para poder sacar conclusiones acerca de los resultados. En algunos casos el contenido no precisa o no es viable una experimentación, por lo que la falta de este código no implica un menor desarrollo de esta metodología tal y como es el caso del *maestro-2*. Por otro lado, la experimentación que se ha codificado en algunos casos no es realmente tal sino que se trata más bien de una mostración en la que los alumnos no participan sino que se limitan a observar un “experimento” (*maestra-1*).

Siguiendo con el análisis se observan fenómenos como que a pesar originarse los códigos referentes a un proceso de indagación, la secuencia de su ocurrencia no es coherente con el modelo. Se dan situaciones como las de la *maestra-1*, en las que la clase se inicia con una conclusión en lugar de originarse al final, como consecuencia de todo el proceso de la indagación. También observamos otro caso en que después del pretendido proceso de indagación, no se establece una conclusión clara, de lo que puede

inferirse que la observación y experimentación realizadas, han servido de mero pasatiempo para el alumnado de Primaria.

El análisis revela la flexibilidad del modelo de indagación, en el sentido de que no se puede identificar indagación con experimentación (manipulación de material). De la misma forma, difícilmente puede haber indagación sin una mínima fundamentación que avale cada una de las decisiones que implica el modelo.

En este punto se plantea la cuestión en la línea que planteaba Anderson (2002) de si el problema de la transposición de la indagación guiada al aula guarda relación con insuficiencias en la formación metodológica por parte del profesorado y/o con la insuficiencia de marcos teóricos-procedimentales que puedan sustentar una empresa de este tipo.

En conclusión podemos afirmar que los maestros muestran un claro interés en la metodología de indagación, que existe una alta participación aunque no siempre como herramienta para aprender ciencias. Parece que los maestros en formación se muestran más preocupados por la enseñanza como transmisión de contenidos que por un aprendizaje significativo. Como se ha señalado al principio la metodología de enseñanza por indagación facilita este tipo de aprendizaje, al centrar su interés en la construcción de conocimiento específico.

En este estudio convendría ahondar en el análisis de facetas tales como el papel que juega el maestro tutor, es decir, investigar qué idea tiene de la Ciencia y en qué medida se la trasmite al maestro en formación; el ambiente aula clase, en qué medida se trabaja en equipo, la disposición etc.; analizar un mayor abanico de habilidades lingüísticas etc.

BIBLIOGRAFÍA

American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press. Consulta online 28/05/2012 en: <http://www.project2061.org/publications/bsl/>

Anderson, R.D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.

Association for Science Education (2009). *Primary Curriculum Review. A response from the Association for Science Education, July 2009*. Consulta online 28/05/2012 en <http://www.ase.org.uk/documents/ase-responds-to-the-primary-curriculum-review/>

Cañal P., (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 24, 46-47.

Churches, A. (2009): *Taxonomía de Bloom para la era digital*. Consultado online el 25/05/2012 en <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php>.

Duschl, R. A. (1998) La valoración de argumentaciones y explicaciones: Promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 3-20.

Duschl, R.A., Schweinguber, H.A. & Shouse, A.W., Eds. (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. Washington, DC: *National Academies Press*.

Gil Quílez, M. J., Martínez Peña, M. B., De la Gándara Gómez, M., Calvo Hernández, J.M. & Cortés Gracia A.L. (2008): De la universidad a la escuela: no es

fácil la indagación científica. *Revista universitaria de Formación del Profesorado*, 63 (22, 3), 81-100.

Hernández, J. T., Figueroa, M., Carulla, C., Patiño, M. I., Tafur, M., & Duque, M. (2004) Pequeños científicos, una aproximación sistémica al aprendizaje de las ciencias en la escuela. *Revista de Estudios Sociales*, 19(2), 51-56.

Instituto de Evaluación (2010). *Evaluación General de Diagnóstico 2009. Educación Primaria. Cuarto Curso. Informe de Resultados*. Madrid: Subdirección General de Documentación y Publicaciones del MEC. Consultado online 28/05/2012 en <http://www.institutodeevaluacion.educacion.es/ievaluacion/publicaciones/evaluacion-diagnostico.html>

Izquierdo, M. (1999) Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, nº extra: 79.

Jiménez, A. (1998) Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (2), 203-216.

Malkom L., Seck M. & Tiberghine A. (2007, August). *Computer of video recordings of classroom: some uses of Transana and Videograph*. Congreso ESERA, Malmö.

National Research Council (1996): *National Science Education Standards*. Washintong DC, National Academy Press.

National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Science Teachers Association (2007). *NSTA position statement. The Integral Role of Laboratory Investigations in Science Instruction*. Consulta online 28/05/2012 en <http://www.nsta.org/about/positions/laboratory.aspx>

Novak, J. (1999) *Aprendiendo a aprender*. Madrid, Ediciones Martínez Roca.

Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. King's College London. Pickett, S.

Pujol, R.M. (2003) *Didáctica de las ciencias en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Wallberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Research.

Vázquez, A. & Manassero, M.A. (1999): Response and scoring models for the Views on Science-Technology- Society instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.

¿POR QUÉ LOS ESCOLARES NO APRENDEN CONOCIMIENTOS Y HÁBITOS SALUDABLES RELACIONADOS CON LA ALIMENTACIÓN?: OPINIÓN DEL PROFESORADO

Banet, E.

*Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.
ebahe@um.es*

RESUMEN

En el ámbito de un proyecto de investigación de mayor alcance, esta comunicación analiza los puntos de vista de 118 maestros y maestras de la Comunidad Autónoma de Andalucía, sobre la enseñanza y el aprendizaje de conocimientos y hábitos relacionados con los alimentos y la alimentación. Para la recogida de la información hemos utilizado un cuestionario, ensayado previamente, revisado y modificado.

Los análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados ponen de manifiesto, la necesidad de mejorar, notablemente, la atención educativa que se presta a los conocimientos y, sobre todo, a los hábitos de alimentación de los escolares.

Palabras clave

Opinión del profesorado, Educación Primaria, conocimientos y hábitos de alimentación, mejora de la enseñanza.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Las actitudes, valores y normas de conducta de las personas se van modelando desde los primeros años de vida, por lo que el paso de los niños y niñas por la escuela constituye un periodo de especial trascendencia para desarrollar programas educativos, suficientemente intencionados, orientados a promover estilos de vida saludables. Sin embargo, que la población infantil de nuestro país –también la adulta- no se alimenta de manera adecuada es una realidad que pocos discuten.

Muchos estudios han puesto de manifiesto las múltiples –y preocupantes- carencias, que tienen los niños y niñas de estas edades: el desayuno suele ser insuficiente y poco equilibrado; escaso consumo de frutas, verduras y hortalizas, pescado o legumbres, frente al exceso en el de carne, comidas preparadas (pizzas, hamburguesas), golosinas o bollería industrial (Delgado y Lozano, 2001; Suarez, et al 2002; Díez et al, 2007; Banet y López, 2010). Si bien, en sociedades avanzadas, estos comportamientos no suelen ser tan severos para que a estas edades se manifiesten importantes problemas de salud, que se podrían producir a más largo plazo, existe un síntoma que da buena cuenta de una de las consecuencias más frecuentes de estos hábitos: el exceso de peso de los niños y niñas de estas edades.

Si la educación no incide de manera significativa, durante la infancia se van consolidando ciertos hábitos -bajo las poderosas influencias de las preferencias personales, costumbres familiares, publicidad...-, que difícilmente apuntarán en la

dirección adecuada, y que serán muy difíciles de modificar durante la adolescencia, siendo la causa de elevadas tasas de obesidad o de sobrepeso de la población adulta, enfermedad que se considera como uno de los grandes problemas de salud pública del siglo XXI (WHO, 1998). Con excepción de ciertos casos que pueden ser consecuencia de desequilibrios hormonales, factores hereditarios..., la causa fundamental reside en la alimentación (Serra y Aranceta, 2000; entre muchos otros).

Padres y profesores somos conscientes de las dificultades para que nuestros hijos/escolares se alimenten mejor. Los análisis y recomendaciones de los especialistas sobre el estado nutricional de la población infantil, los programas que las administraciones sanitarias y educativas han puesto en marcha, así como la información, casi diaria, de los medios de comunicación alertando sobre este problema, son instrumentos necesarios, pero no resultan suficientes para cambiar esta situación.

Es en este contexto en el que consideramos que desarrollar hábitos de alimentación saludables debería constituir uno de los objetivos prioritarios durante la Educación Infantil (EI) y Primaria (EP); hábitos que tendrían que estar fundamentados en unos conocimientos adecuados, que los hagan comprensibles y los justifiquen. Aunque han sido escasos los estudios orientados a identificar y describir los conocimientos de los escolares en relación con este tema, sus resultados ponen de manifiesto que éstos no son los que cabría esperar como consecuencia de la enseñanza recibida (ver, por ejemplo, Banet y López, 2004).

Por ello, hace tres años iniciamos un amplio estudio en el que se analiza la problemática que, en la escuela, plantea la enseñanza y el aprendizaje de los conocimientos y hábitos relacionados con la alimentación, orientado a identificar: a) los puntos de vista de los profesores al respecto; b) los aprendizajes que desarrollan los estudiantes en los distintos ciclos de primaria; c) el tratamiento educativo que estos contenidos reciben en los libros de texto; y d) las posibilidades de colaborar con las familias; circunstancia necesaria si se quieren modificar las pautas de alimentación de los escolares. Desde nuestro punto de vista, esta información permitirá orientar la toma de decisiones sobre aquellas circunstancias que pueden mejorar los resultados educativos en relación con este ámbito, de particular trascendencia para la salud de las personas.

Como avance de los resultados, en esta comunicación se presentan aquellos relacionados con el primero de los apartados señalados -los puntos de vista del profesorado-, desarrollado según el plan de trabajo que se presenta a continuación.

PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para la recogida de información se utilizó un cuestionario cuya puesta a punto se inició con un estudio piloto, en el que participó una muestra de 20 docentes, seleccionados a partir de dos premisas: ser tutores de aula y estar interesados en la temática planteada.

Analizadas las respuestas y sugerencias, e introducidas las modificaciones pertinentes, el instrumento se organizó en torno a 8 preguntas que hacían referencia a los siguientes aspectos: a) conocimientos y hábitos con los que los escolares finalizan y debería finalizar la EP; y b) atención educativa que la enseñanza presta y debería prestar a estos contenidos (que incluía la existencia en los centros de planes coordinados para desarrollar la enseñanza; importancia que los docentes otorgan al estudio de estos contenidos; el reflejo que tienen en la planificación docente; y el tiempo que -en términos relativos- se les dedica en las aulas).

La muestra ha estado constituida por 118 profesores de 8 CEIP de distintas provincias de la CA de Andalucía (Almería, Cádiz, Jaén y Málaga). La recogida de información se llevó a cabo con la colaboración de compañeros de los distintos centros implicados en este estudio, debidamente orientados para llevar a cabo esta tarea. El análisis de resultados se ha realizado como frecuencias y porcentajes, y el contraste entre variables mediante estadística no paramétrica (T de Wilcoxon).

RESULTADOS

a) *Conocimientos y hábitos de los escolares.* En las tres primeras preguntas se pedía al profesorado que expresara su opinión sobre los conocimientos y hábitos de los escolares en relación con la alimentación al finalizar la EP. Los resultados (tablas 1 y 2) ponen de manifiesto lo siguiente:

- Como respuesta a la primera pregunta, casi la totalidad de los docentes (aproximadamente un 96%) reconoce que los conocimientos deberían ser “buenos” o “muy buenos”; sin embargo, una amplia mayoría (86.4%) considera que los escolares finalizan la EP con unos conocimientos sólo “aceptables” o “escasos”. Es decir, existe un consenso generalizado en que esta formación es manifiestamente mejorable.

- En la segunda (hábitos de alimentación) se ofrecieron 5 opciones, ordenadas de más a menos saludables. Sin embargo, al realizar el análisis de la información nos han surgido dudas sobre cómo interpretar los matices que podrían haber considerado los docentes al responder saludable/muy saludable y algo saludable/poco saludable. Con estas cautelas, los resultados muestran que los docentes se expresan sobre los hábitos de manera similar a la pregunta anterior: poco más del 10% los consideran saludables, aunque más del 90% opinan que deberían finalizar esta etapa educativa con unos hábitos saludables o muy saludables.

P.1	Conocimientos				P.2	Hábitos					
	Creen que son		Deberían ser			Creen que son		Deberían ser			
	N	%	N	%		N	%	N	%		
Muy buenos	0	0	44	37.3	Muy saludables	0	0	51	43.2		
Buenos	15	12.7	69	58.5	Saludables	12	10.2	62	52.5		
Aceptables	51	43.2	5	4.2	Algo saludables	63	53.4	1	0.8		
Escasos	51	43.2	0	0	Poco saludables	38	32.2	0	0		
Muy escasos	1	0.8	0	0	Muy poco saludables	1	0.8	0	0		
N/C	0	0	0	0	N/C	4	3.4	4	3.4		
Total	118	100.0	118	100.0	Total	118	100.0	118	100.0		
Z = 9.489				P = 0.000		Z = 9.324				P = 0.000	

Tabla 1. Conocimientos y hábitos de alimentación al finalizar Educación Primaria

Por otra parte, la existencia de diferencias significativas entre estas variables permite afirmar que los docentes opinan que la formación de los escolares en relación con los conocimientos y hábitos debería ser manifiestamente mejorable.

También se pidió a los profesores (pregunta 3) que señalaran los cuatro hábitos a los que, por ser los más frecuentes y perjudiciales para la salud de los escolares, se les debería prestar mayor atención en la escuela; las respuestas que, realmente, tenían relación con el planteamiento de la pregunta se presentan en la tabla 2. Las restantes

hacían referencia a aspectos tales como, no realizar 5 comidas al día, carencias de higiene, así como la falta de actividad física o de conocimientos sobre el tema.

P.3.	N	%
Excesivo consumo de golosinas, bollería industrial, comida “basura” y refrescos	95	26.6
Escaso consumo de fruta, verduras y hortalizas	60	16.8
Desayunos deficientes	53	14.8
Falta de una alimentación variada	33	9.3
Escaso consumo de pescado	11	3.1
Consumo excesivo de grasas	3	0.8
Total	255	71.4

Tabla 2. Hábitos de alimentación frecuentes de los escolares, según el profesorado

b) Atención que la enseñanza presta y debería prestar a estos contenidos. En relación con este ámbito se formularon 5 preguntas, orientadas a conocer las opiniones del profesorado sobre aspectos que nos parecen muy importantes:

- Existencia de planes coordinados en los centros para que los escolares aprendan conceptos y desarrollen hábitos relacionados con la alimentación (pregunta 4). El desarrollo de iniciativas compartidas entre profesores de distintos cursos y ciclos constituye una premisa esencial para que los escolares adquieran aprendizajes significativos y desarrollen hábitos saludables. Los resultados muestran que una gran mayoría de los docentes -más del 85% y casi el 90%, para conocimientos y hábitos respectivamente- piensa que en las escuelas deberían existir planes en los que se involucren todos los docentes (el porcentaje es mayor para hábitos) o, al menos, los del mismo ciclo; situación que contrasta de manera importante con la realidad, como ponen de manifiesto los datos recogidos, para cada caso, en la segunda de las columnas.

P.4	Conceptos				Hábitos			
	Existen		Deberían existir		Existen		Deberían existir	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Profesores, cursos y ciclos	7	5.9	75	63.6	7	5.9	88	74.6
Ciclos	9	7.6	26	22.0	9	7.6	18	15.3
Todos los profesores de un curso	22	18.6	9	7.6	26	22.0	5	4.2
Algunos profesores de un curso	56	47.5	0	0	47	39.8	0	0
No existen	22	18.6	1	0.8	27	22.9	0	0
N/C	2	1.7	7	5.9	2	1.7	7	5.9
Total	118	100.0	118	100.0	118	100.0	118	100.0
	Z = 8.938		P = 0.000		Z = 9.042		P = 0.000	

Tabla 3. Existencia en los centros de planes coordinados de enseñanza

Es decir, como también respaldan los análisis estadísticos, los docentes piensan que estos planes, si existen, tendrían un alcance limitado (sólo se producirían entre algunos profesores de un mismo curso), compartiendo la necesidad de un mayor nivel de coordinación, si se pretenden mejorar la formación de los escolares en este ámbito.

- *Importancia que en la escuela se concede a la enseñanza de conceptos, habilidades y hábitos* (pregunta 5). Una de las debilidades que se atribuye a nuestro sistema educativo es el predominio de la orientación conceptual. En el caso que nos ocupa, las razones ya señaladas justifican que el desarrollo de hábitos saludables sea un objetivo prioritario.

P.5	Aprender conceptos				Adquirir hábitos			
	Creen que tienen		Deberían tener		Creen que tienen		Deberían tener	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Mucha importancia	13	11.0	44	37.3	16	13.5	88	74.6
Bastante	33	28.0	56	47.5	30	25.4	21	17.8
Aceptable	58	49.2	13	11.0	54	45.8	4	3.4
Poca importancia	13	11.0	1	0.8	16	13.6	1	0.8
Ninguna importancia	0	0	0	0	0	0	0	0
N/C	1	0.8	4	3.4	2	1.7	4	3.4
Total	118	100.0	118	100.0	118	100.0	118	100.0
Z = 6.964 P = 0.000				Z = 8.381 P = 0.000				

Tabla 4. *Importancia de la enseñanza de conceptos y hábitos*

Como ponen de manifiesto los resultados (tabla 4), aunque los docentes piensan que ambas dimensiones formativas se atenderían con la importancia que requieren (más del 80% señalan las opciones aceptable, bastante o mucha), casi un 85% de los profesores – alcanza el 92% en el caso de los hábitos- opinan que esta importancia debería ser mayor, afirmación respaldada por los resultados de los análisis estadísticos.

- *Reflejo de conceptos y actitudes en la planificación docente* (pregunta 6). En estos documentos es común diferenciar estos ámbitos formativos –además de los procedimientos-, como exigencia administrativa o, sería mejor, con el propósito de que orienten la selección y el desarrollo de las actividades de enseñanza.

P.6	Aprender conceptos				Adquirir hábitos			
	Creen que tienen		Deberían tener		Creen que tienen		Deberían tener	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Mucho	20	16.9	28	23.7	14	11.9	72	61.0
Bastante	25	21.2	56	47.5	25	21.2	33	28.0
Aceptable	55	46.6	28	23.7	52	44.1	8	6.8
Poco	13	11.0	1	0.8	22	18.6	1	0.8
Muy poco	1	0.8	0	0	2	1.7	0	0
N/C	4	3.4	5	4.2	3	2.5	4	3.4
Total	118	100.0	118	100.0	118	100.0	118	100.0
Z = 5.392 P = 0.000				Z = 7.956 P = 0.000				

Tabla 5. *Reflejo de conceptos, habilidades y actitudes en la planificación de la enseñanza*

Casi la mitad del profesorado opina que los conceptos se contemplan de manera aceptable en la planificación (46.6%); menos (un 38%) se apuntan a las opciones “bastante” o “mucho”; porcentaje que se eleva al 71% (cuarta columna) cuando señalan cómo se deberían tener en cuenta en la planificación de estos contenidos. Una

proporción algo menor se pronuncia de esta manera en el caso de los hábitos. En coherencia con respuestas anteriores, prácticamente el 90% reconoce que la adquisición de actitudes debería tener mayor reflejo en la planificación; porcentaje superior que el señalado para conocimientos de carácter conceptual.

Como muestran los resultados del análisis estadístico el profesorado apunta la necesidad de que la planificación docente refleje mejor ambos aspectos.

Repercusión de las actividades de enseñanza en el aprendizaje de conceptos y adquisición de actitudes. No es lo mismo la presencia en la planificación educativa de determinados objetivos de aprendizaje, que la incidencia real que las actividades de enseñanza pudiera tener en su desarrollo; valorar esta circunstancia era el propósito de la pregunta 7, cuyos resultados se presentan en la tabla 6.

No son muchos los docentes que piensan que la repercusión de las actividades de enseñanza en el aprendizaje de conceptos sería bastante o mucha (un 35%). Sin embargo, casi un 70% opinan que ésta debería ser mayor; tendencia que se aprecia mucho más acentuada en el caso de los hábitos (el incremento pasa del 27 al 82%).

Es decir, como respaldan los análisis estadísticos, el profesorado piensa que las actividades deberían tener mayor repercusión en la enseñanza de estos contenidos; sobre todo, en relación con los hábitos de alimentación.

P.7	Aprender conceptos				Adquirir hábitos			
	Creen que tienen		Deberían tener		Creen que tienen		Deberían tener	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Mucha	10	8.5	27	22.9	10	8.5	62	52.5
Bastante	31	26.3	54	45.8	22	18.6	35	29.7
Aceptable	45	38.1	26	22.0	47	39.8	10	8.5
Poca	24	20.3	3	2.5	31	26.3	2	1.7
Muy poca	3	2.5	0	0	2	1.7	0	0
N/C	5	4.2	8	6.8	6	5.1	9	7.6
Total	118	100.0	118	100.0	118	100.0	118	100.0
	Z = 6.247 P = 0.000				Z = 7.954 P = 0.000			

Tabla 6. Repercusión en las actividades de enseñanza en el aprendizaje

- Atención, en cuanto a tiempo, que se dedica y se debería dedicar a la enseñanza de estas dimensiones formativas. Al formular las preguntas 6 y 7 éramos conscientes de que podría existir, por parte del profesorado, una tendencia natural a considerar que cada una de las dimensiones formativas analizadas debería tener mayor peso en la enseñanza del que realmente tienen. Con objeto de que precisaran más les formulamos la pregunta 8, en la que tenían que distribuir el tiempo total disponible (100%) entre la enseñanza de estos contenidos. Puesto que las posibles respuestas podrían ser tan diversas como la escala presentada (0-100), las agrupamos en rangos (tabla 7), que interpretamos como que el tiempo que la enseñanza prestaría a estos contenidos sería: muy insuficiente (porcentaje igual o inferior al 20%; poco, no siendo el ámbito formativo prioritario (21 - 30%); importante, aunque compartido con otras dimensiones formativas (31 - 50%); bastante, predominando sobre otras dimensiones formativas (entre el 51-70%); por último, la enseñanza estaría orientada, casi de manera exclusiva, a promover estos aprendizajes (valores superiores al 71%).

Como muestran los resultados (tabla7), en el caso de los conceptos, la mayoría del profesorado se sitúa en el rango 31-50%, que interpretamos como que sin menoscabar la formación en este ámbito, la enseñanza también tiene en cuenta otras dimensiones formativas; sin embargo, un 29 % considera que en las aulas se prestaría a estos contenidos la atención más importante (18.7%), casi la única (10.2%).

P.8	Aprender conceptos				Adquirir hábitos			
	Creen que tienen		Deberían tener		Creen que tienen		Deberían tener	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0 – 20	11	9.3	32	27.1	38	32.2	5	4.2
21 – 30	17	14.3	37	31.3	27	22.9	26	22.0
31 – 50	48	40.7	38	32.2	35	29.6	60	50.8
51 -70	22	18.7	4	3.4	7	5.9	13	11.0
> 71	12	10.2	0	0	3	2.5	7	5.9
N/C	8	6.8	7	5.9	8	6.8	7	5.9
Total	118	100.0	118	100.0	118	100.0	118	100.0
	Z = 7.628 P = 0.000				Z = 6.680 P = 0.000			

Tabla 7. Tiempo que se dedica a la enseñanza de distintos contenidos de enseñanza

En general, se considera que el tiempo que se dedicaría a la adquisición de hábitos sería inferior al de conceptos (más del 50% de los profesores creen que sería escaso o poco).

Estos resultados, junto a los obtenidos a partir del análisis estadístico, ponen de manifiesto una atención predominante –en cuanto a tiempo- al ámbito conceptual que, según los profesores, tendría que disminuir en favor del que se debería dedicar al desarrollo de hábitos, sin que ello suponga que éstos tuvieran un tratamiento prioritario.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados sugieren una reflexión de carácter general: al menos entre el profesorado consultado, predomina la percepción de que la formación que reciben los escolares durante la EP en relación con los conocimientos y hábitos relacionados con la alimentación sería manifiestamente mejorable; circunstancia que podría ser reflejo del análisis crítico sobre la existencia de carencias más o menos sustanciales en los procesos educativos o, simplemente, de un deseo, que sería asumido entre la profesión, de procurar una mejor formación a los escolares, en éste como en otros ámbitos del currículo.

En todo caso, existe una amplia coincidencia sobre la necesidad de coordinación entre profesores de distintos cursos y ciclos, no de manera más o menos aislada. Opinión que compartimos sin reservas, en particular para el desarrollo de hábitos saludables, sobre todo si se tiene en cuenta que los resultados de diversas iniciativas que se llevan a cabo a nivel más institucional, por ejemplo, el "Programa de promoción de la alimentación saludable en la escuela" (Consejerías de Educación y Salud de la Junta de Andalucía, 2004) o el "Plan promoción de consumo de fruta en las escuelas" (Consejerías de Educación y Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2009), no han producido los efectos deseados.

Estamos convencidos de que tienen que ser los profesores –en colaboración con las familias- quienes, desde edades tempranas y durante los distintos cursos de EI y EP

desarrollen iniciativas eficaces para mejorar, con vocación de permanencia, los hábitos de alimentación de los escolares.

Sin embargo, estos puntos de vista del profesorado podrían ser más una declaración de intenciones que un propósito, ya que si, realmente, ésta fuera una opinión generalizada entre los docentes, como probablemente lo es, nos podríamos preguntar: ¿por qué no se adoptan en los centros las iniciativas adecuadas para que esta coordinación se produzca?

Son iniciativas sobre las que el profesorado tiene competencias, como también depende de los docentes prestar más atención al aprendizaje de estos contenidos, cambiando la orientación conceptual de los programas para incidir más en los hábitos de alimentación; aunque un obstáculo importante para ello sería, como hemos puesto de manifiesto, que muchos profesores no identifican, nítidamente, las principales carencias de la alimentación de los escolares.

Sin embargo, una especie de “inercia docente” les impide introducir los cambios que serían necesarios y que ellos reconocen. Pensamos que las soluciones a este problema pasarían, entre otras, por mejorar la formación del profesorado en relación con la manera de secuenciar la enseñanza de estos contenidos durante la EP, para promover estos aprendizajes de manera colaborativa (también con las familias); así como, por la necesidad de disponer de materiales didácticos que tengan en cuenta las distintas circunstancias que se han analizado en esta comunicación. Éstos son, precisamente, dos objetivos importantes del proyecto de investigación al que nos referíamos al comienzo de esta comunicación.

BIBLIOGRAFÍA

Banet, E., & López, C. (2004). *¿Qué aprenden y qué pueden aprender los estudiantes de primaria sobre los alimentos y la salud?: Resultados preliminares*. Comunicación presentada a los XXI Encuentros de DCE. San Sebastián.

Banet, E., & López, C. (2010). *¿Cómo mejorar el desayuno de los escolares de educación primaria? Investigación en la Escuela*, 71, 63-83.

Consejería de Educación y Salud (2004). *Programa de promoción de la alimentación saludable en la escuela*. Sevilla: Junta de Andalucía:

Consejerías de Educación y Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (2009). *Plan promoción de consumo de fruta en las escuelas*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Delgado, A., & Lozano, M.J. (2001). *Alimentación del niño y adolescente. Guías alimentarias para la población española*, 365-372. Madrid: Sociedad Española Nutrición Alimentaria (SENC).

Díez, L.; Galán, I.; León, C.M.; Gandarillas, A.; Zorrilla, B. & Alcaraz, F. (2007). Ingesta de alimentos, energía y nutrientes en la población de 5 a 12 años de la comunidad de Madrid: resultados de la encuesta de nutrición infantil 2001-2002. *Revista Española de Salud Pública*, 81(5), 543-558.

Serra, Ll., & Aranceta, J. (2000). *Obesidad infantil y juvenil*. Barcelona: Masson.

Suárez, J.C.; Navarro, F.J.; Serra, L.; Armas, A. & Aranceta, J. (2002). Nivel de conocimientos, actitudes y hábitos sobre alimentación y nutrición en escolares de las Palmas de Gran Canaria. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 8, (1-2), 7-18.

World Health Organization (1998). *Obesity preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation*. Ginebra: WHO.

La competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico en las pruebas de evaluación de diagnóstico para 2º de la E.S.O. en Andalucía

Cañas, A., Lupión, T⁽¹⁾. y Nieda, J.

Catedrática de Física y Química (accortazar@ono.com),

*Centro del Profesorado de Málaga y Facultad de Educación. Universidad de Málaga
(teluco@cepmalaga.com; teluco@uma.es),*

Inspectora de Educación (juanania@telefonica.net)

RESUMEN

Se analizan las actividades de las Pruebas de Evaluación de Diagnóstico para 2º de la ESO en Andalucía, que se han propuesto para valorar el desarrollo en el alumnado de la competencia en el Conocimiento e interacción con el mundo físico. Para dicho análisis se han considerado las dimensiones y los elementos de competencia incluidos en cada una de ellas por la Comunidad andaluza, así como el contexto y los elementos del currículo oficial de mínimos establecidos por el Ministerio de Educación.

Palabras clave

Evaluaciones externas. Pruebas de Evaluación de Diagnóstico en Andalucía. Competencia en el Conocimiento e interacción con el mundo físico. Dimensiones y elementos de competencia.

EL MODELO DE EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO EN ANDALUCÍA

Las pruebas de evaluación de Diagnóstico en Andalucía (PED en adelante) son coherentes con la filosofía educativa de la actual Ley Orgánica de Educación, 2/2006, de 3 de mayo, y la Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía. En los artículos (Art. 21 y 29 de la LOE y Art. 156 de la LEA) se contempla la realización de evaluaciones de diagnóstico sobre las competencias básicas del currículo, en el marco de la tendencia internacional en evaluaciones, tales como PISA (OCDE 2006) y PILRS. Dichas evaluaciones se basan en el uso de pruebas externas, no elaboradas por el profesorado responsable del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollado con el alumnado. Si nos situamos en el sistema educativo español, parte de las evaluaciones recientes del rendimiento se han apoyado en la recopilación de datos sobre las calificaciones finales del alumnado. No obstante es interesante realizar la medición del rendimiento académico utilizando indicadores diferentes a la valoración que el profesorado hace sobre el aprendizaje de su alumnado, cuyo modelo puede proporcionar un mayor conocimiento y transparencia sobre los rendimientos del nivel de competencia logrado. En este sentido, pueden citarse en nuestro país los trabajos que ha venido realizando el actual Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo, en los que se evalúan los aprendizajes logrados en diferentes etapas y áreas (INCE, 2001; INECSE, 2003). Tomando este modelo, las PED fueron aplicadas por primera vez

durante el curso 2006-2007, en sus centros docentes sostenidos con fondos públicos y, a partir del curso 2009-10, en todos los centros educativos.

En su definición se establecía que: *El modelo de Evaluación de Diagnóstico que lleva a cabo “persigue establecer una escala graduada de niveles que permitan ir ajustando los rendimientos del alumnado a las exigencias actuales, buscando un nivel óptimo de desarrollo de competencias para su aplicación a contextos diferentes al educativo, a situaciones de la vida real y cotidiana en la que se desenvuelven”.*

Este planteamiento impulsa el carácter formativo de la evaluación y permite, tanto objetivar el análisis y el debate académico y social, como impulsar la reflexión colectiva de todos los sectores implicados sobre los resultados de dicho rendimiento. En este sentido la aplicación de *los cuestionarios de contexto* (alumnado, familia, centro) a todos los grupos que realizan la prueba permite elaborar un índice socioeconómico y cultural (ISC) de centros (al igual que PISA y otras evaluaciones internacionales), que posibilita el análisis de la relación entre el rendimiento obtenido en las PED y la situación socioeconómica y cultural del alumnado y el centro.

Los aspectos destacables de la evaluación de diagnóstico en Andalucía son:

○Es una de las primeras comunidades que anticipa la evaluación del nivel de competencias básicas que posee el alumnado.

○Conjuga una evaluación censal del alumnado con otra muestral, con la finalidad de contrastar la objetividad y el rigor de los datos obtenidos.

○Se centra en el alumnado que finalice el 2º curso del 2º Ciclo de Educación Primaria y del 2º curso de Educación Secundaria Obligatoria. De este modo, las posibilidades de utilizar los resultados con un sentido formativo son mayores que si se valoraran los logros obtenidos al término de las respectivas etapas escolares.

○Armoniza la autoevaluación y la evaluación externa integrando las ventajas de ambas, ya que se evalúa el rendimiento del alumnado con una prueba externa a iniciativa de la Administración educativa.

○La experiencia evaluadora se inició en el curso 2006-2007, con las competencias en Comunicación lingüística (lengua española) y Matemática. En el curso 2008-2009 se incorporó la evaluación de la competencia básica de Conocimiento e interacción con el mundo físico, celebrándose una segunda prueba, sobre esta competencia, a lo largo del curso 2009-2010. Estas dos pruebas referidas a 2º curso de la ESO, son las que han sido objeto de análisis en nuestra comunicación.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO DE ANDALUCIA SOBRE LA COMPETENCIA BÁSICA EN EL CONOCIMIENTO E INTERACCIÓN CON EL MUNDO FÍSICO

Consisten en pruebas escritas (de lápiz y papel) de carácter homologado y administradas colectivamente. Tienen en cuenta los contenidos curriculares y tratan de evaluar las capacidades del alumnado para su aplicación en situaciones-problema similares a las que puede encontrar en su vida escolar o extraescolar, en las que tendrá que desenvolverse.

Las cuestiones que se plantean en las pruebas se construyen sobre la base de uno o varios de los siguientes tipos de información.

- **Textos escritos continuos, discontinuos ó mixtos** en los que se recogen informaciones diversas: anuncios, textos extraídos de los medios de comunicación, instrucciones, carteles informativos, transcripción de diálogos, narración de hechos, descripción de situaciones reales o simuladas, textos científicos, etc.
- **Imágenes diversas**, incluyendo fotografías, mapas, dibujos, esquemas o cualquier otra forma gráfica de representación de diferentes realidades.

Las preguntas formuladas a partir de cada situación-problema se pueden encuadrar en algunos de los siguientes formatos:

- **Preguntas de respuesta cerrada**, bajo el formato de elección múltiple. Se trata tanto de preguntas con respuesta dicotómica como con escala de respuesta graduada, de tal manera que cabe pensar en una respuesta correcta, una o más respuestas parcialmente incorrectas y una respuesta totalmente errónea. La posibilidad de usar la escala graduada permite aportar información del grado en que ha desarrollado la competencia.
- **Preguntas que exigen el desarrollo de procedimientos y la obtención de resultados**. Tanto el procedimiento como el resultado son valorados, estableciéndose diferentes niveles de respuesta en función del grado de desarrollo competencial.
- **Preguntas abiertas que admiten respuestas diversas** que pueden diferir de unos sujetos a otros. La elaboración de criterios de corrección permite graduar las respuestas estableciendo los niveles de ejecución alcanzados.

Las pruebas están disponibles a través de la AGENCIA ANDALUZA DE EVALUACIÓN EDUCATIVA y se puede acceder directamente a ellas:

Prueba 2008-2009: Contiene 24 preguntas que pueden descargarse a través del siguiente enlace, consultado el día 18 de enero de 2012: http://www.juntadeandalucia.es/educacion/agaeve/c/document_library/get_file?uuid=5c4c24ac-39e5-4144-a32e-989c1380ad28&groupId=35690

Prueba 2009-2010: Contiene 18 preguntas que pueden descargarse a través del siguiente enlace, consultado el día 18 de enero de 2012: http://www.juntadeandalucia.es/educacion/agaeve/c/document_library/get_file?uuid=a923776d-99fc-442c-8ea5-b9173e9ab25d&groupId=35690

ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS

Se han analizado cada una de las preguntas propuestas en las dos pruebas con arreglo a los siguientes criterios:

- 1º. Relación de cada una de las preguntas con las dimensiones y los elementos de competencia establecidos por la Comunidad andaluza.
- 2º. Relación entre las preguntas y el contexto, referido tanto al ámbito como a las situaciones en que se puede encontrar (Cañas, Martín-Díaz y Nieda, 2007)
- 3º. Relación de las preguntas con los otros elementos del currículo de 1º y 2º de la ESO (MEC 2007): con los *Objetivos Generales de las Ciencias de la Naturaleza*; con los *Bloques de Contenidos* y con los *Criterios de evaluación*.

Relación de cada una de las preguntas con los elementos de competencia establecidos por la Comunidad andaluza.

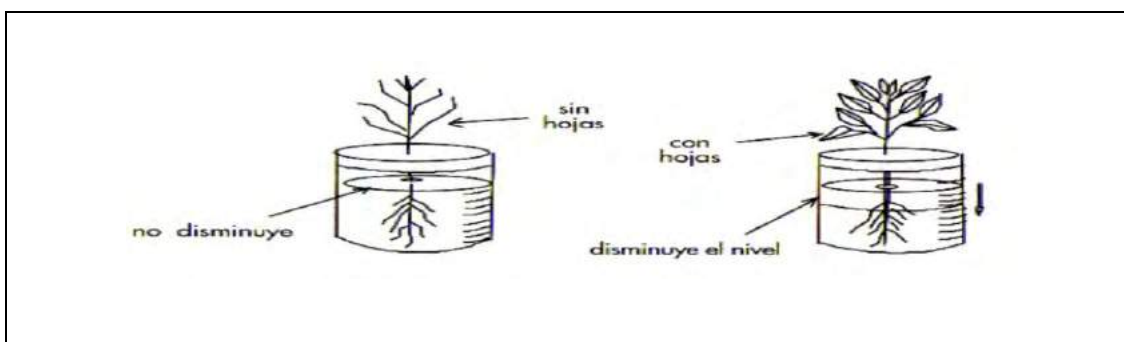
Cada pregunta se ha clasificado según las tres dimensiones establecidas para la competencia en el *Conocimiento e interacción con el mundo físico* en la Comunidad andaluza, así como con los tres elementos de competencia que cada una incluye.

DIMENSIÓN	ELEMENTOS DE COMPETENCIA
1. Metodología científica	SCI1.1. Aplica estrategias coherentes con los procedimientos de la ciencia en la resolución de problemas. SCI1.2. Reconoce, organiza o interpreta información con contenido científico proporcionada en diferentes formas de representación. SCIC1.3. Diseña o reconoce experiencias sencillas para comprobar y explicar fenómenos naturales.
2. Conocimientos científicos	SCI2.1. Identifica los principales elementos y fenómenos del medio físico, así como su organización, características e interacciones. SCI2.2. Explica fenómenos naturales y hechos cotidianos aplicando nociones científicas básicas. SCI2.3. Emplea nociones científicas básicas para expresar sus ideas y opiniones sobre hechos y actuaciones.
3. Interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente	SCI3.1. Identifica hábitos de consumo racional con sentido de la responsabilidad sobre uno mismo, los recursos y el entorno. SCI3.2. Reconoce la influencia de la actividad humana, científica y tecnológica en la salud y el medio ambiente, valorando racionalmente sus consecuencias. SCI3.3. Reflexiona sobre las implicaciones ambientales, sociales y culturales de los avances científicos y tecnológicos.

Cuadro 1. Dimensiones y elementos de competencia establecidos en la C.A. de Andalucía

Hemos seleccionado algunas de las actividades propuestas en las pruebas del curso 2008-9 y del 2009 -10 para ejemplificar los distintos tipos de preguntas que responden a cada una de las dimensiones consideradas en la competencia científica estudiada, mostrando relaciones de interés curricular para la intervención en el aula (Lupión et cols., 2011).

Así, por ejemplo, hay preguntas que se incluyen en la **dimensión 1. Metodología científica**, como es la Pregunta nº 8 de la prueba 2009-2010 “*Las hojas de las plantas*”



La siguiente figura muestra el experimento que ha diseñado un grupo de alumnos y alumnas para estudiar la vida y funcionamiento de las plantas.

En el recipiente de la izquierda pusieron una planta sin hojas y en el de la derecha una planta con hojas y a ambos le echaron la misma cantidad de agua. Al cabo de unos días el resultado que obtuvieron es el que se aprecia en la figura.

¿Qué crees que quieren comprobar? ¿Qué conclusión obtienes de los resultados del experimento?

Otras tienen que ver con la **dimensión 2. Conocimientos científicos**, como la Pregunta nº 1 de la prueba 2008-2009 “*Los eclipses*”

Beatriz, una alumna de 3º de E.S.O., siente curiosidad por los fenómenos astronómicos y pregunta a su hermana mayor sobre el fenómeno de los eclipses. Le dice que no tiene muy claro cómo ocurre un eclipse de Sol. Para explicárselo, la hermana le hace un dibujo sencillo con las posiciones relativas de la Tierra, la Luna y el Sol, representándolos con círculos.

Si te hubiese preguntado a ti, ¿qué dibujo habrías realizado para explicar este tipo de eclipse?

Por último, hay preguntas relacionadas con la **dimensión 3. Interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente** como la Pregunta 17 de la prueba 2008-2009 “Compra de una moto”

Tu amigo Juan es un gran aficionado a las motos, su padre quiere comprarse una y le pide que le aconseje. Las dos que más le gustan son los modelos M28 y MX50, cuyos datos de tipo de carburante, consumo y emisión de CO₂ figuran en la tabla:

	
<i>Modelo M 28</i>	<i>Modelo MX 50</i>
<i>Tipo de carburante: gasolina de 95 octanos.</i>	<i>Tipo de carburante: gasolina de 95 octanos.</i>
<i>Consumo: 6 litros / 100 km</i>	<i>Consumo: 10 litros / 100 km</i>
<i>Emisión de CO₂: 150 g/km</i>	<i>Emisión de CO₂: 190 g/km</i>
<i>Juan está muy preocupado por la conservación del medio ambiente. ¿Qué modelo de moto le recomendará a su padre que se compre? ¿Qué argumentos le dará en relación al consumo energético y a los efectos sobre la atmósfera?</i>	

Una vez situada cada pregunta en su correspondiente dimensión, se le asignan algunos de los elementos de competencia de cada una de ellas. Por ejemplo, la pregunta 17 “Compra de una moto” tiene que ver con el elemento de competencia SCI1.2: Reconoce, organiza e interpreta información con contenido científico proporcionada en diferentes formas de presentación, de la dimensión 1. Metodología científica. Además, en ella se reconoce también el elemento de competencia SCI2.3: Emplea nociones científicas básicas para expresar sus ideas y opiniones sobre hechos y actuaciones, que corresponde a la dimensión 2. Conocimientos científicos. Y por último se relaciona con los tres elementos de competencia de la dimensión 3. Interacciones Ciencia-Tecnología- Sociedad-Ambiente: SCI3.1: Identifica hábitos de consumo racional con sentido de la responsabilidad sobre uno mismo, los recursos y el entorno; SCI3.2: Reconoce la influencia de la actividad humana, científica y tecnológica en la salud y el medio ambiente, valorando racionalmente sus consecuencias; y SCI3.3: Reflexiona sobre las implicaciones ambientales, sociales y culturales de los avances científicos y tecnológicos.

De esta manera se han analizado cada una de las preguntas de las dos pruebas.

Relación entre las preguntas y el contexto, referido tanto al ámbito como a las situaciones en que se puede encontrar.

Cada una de las preguntas se ha situado en un contexto cotidiano elegido entre unos ámbitos que se determinan por su interés para el ciudadano y para la sociedad. Los ámbitos elegidos por nosotras para este análisis han sido: Ecología y medio ambiente; Salud y educación para el consumo; La Tierra y el espacio; Seres vivos. Identificación y funciones; Sistemas físico-químicos; e Investigación científica.

A su vez, estos ámbitos están tratados en tres tipos de situaciones: de interés personal; de interés social; y de interés global.

Por ejemplo en la misma pregunta “*Compra de una moto*” el ámbito en el que está contextualizada la pregunta es Ecología y medio ambiente, y la situación es de interés personal y también social.

Relación de las preguntas con los otros elementos del currículo de 1º y 2º de la ESO del Real Decreto 1631/2006 de Enseñanzas mínimas de la ESO.

Se establece la relación de cada pregunta con: los *Objetivos Generales de las Ciencias de la naturaleza*; los *Bloques de Contenidos* y con los *Criterios de evaluación*

Se han analizado las pruebas respecto a los nueve objetivos generales de las Ciencias de la Naturaleza del Real Decreto de Mínimos Ministerial, observando cuáles son las capacidades que se desarrollan en ellas.

Asimismo se ha estudiado la pertenencia de los diferentes contenidos que se contemplan en las pruebas en relación con los cuatro bloques de contenidos de 1º de la ESO, denominados: Bloque 1. Contenidos comunes; Bloque 2. La Tierra en el Universo; Bloque 3. Materiales terrestres; Bloque 4. Los seres vivos y su diversidad, así como de los seis bloques de contenidos de 2º de la ESO: Bloque 1 Contenidos comunes; Bloque 2. Materia y energía; Bloque 3. Transferencia de energía; Bloque 4. Transformaciones geológicas debidas a la energía interna de la Tierra; Bloque 5. La vida en acción; y Bloque 6. El medio ambiente natural.

Por último, se han establecido relaciones entre los contenidos de las pruebas y los diferentes aprendizajes imprescindibles presentes en los ocho criterios de evaluación de primer curso y los siete de segundo curso.

CONCLUSIONES FINALES

En relación a la presentación.

La presentación en ambas pruebas es similar. Todas las actividades aparecen contextualizadas y con una presentación muy variada, con fotografías, dibujos, esquemas y tablas. Todas presentan un texto introductorio que a veces tiene función motivadora y otras, constituye una información relevante para la respuesta.

En relación a las dimensiones abordadas.

Se reconocen las tres dimensiones de la Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico establecidas en la Comunidad de Andalucía. La dimensión 2, Conocimientos científicos, predomina en la prueba 2008-2009, y la dimensión 1. Metodología científica, predomina en la prueba del 2009-2010. La dimensión 3. Interacciones Ciencia- Técnica- Sociedad- Ambiente, tiene un peso parecido en ambas.

Dentro de la dimensión 1. Metodología científica, el elemento de competencia más presente es el SCI1.2: Reconoce, organiza e interpreta información con contenido científico proporcionada en diferentes formas de presentación, y la menos considerada es la SCI1.3: Diseña y reconoce experiencias sencillas para comprobar y explicar fenómenos naturales.

Respecto a la dimensión 2. Conocimientos científicos, el elemento de competencia más abundante es el SCI2.2: Explica fenómenos naturales y hechos cotidianos aplicando nociones científicas básicas.

Por último, en relación a la dimensión 3. Interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente, los tres elementos de competencia aparecen de forma equilibrada: SCI3.1: Identifica hábitos de consumo racional con sentido de la responsabilidad sobre uno mismo, los recursos y el entorno; SCI3.2: Reconoce la influencia de la actividad humana, científica y tecnológica en la salud y el medio ambiente, valorando racionalmente sus consecuencias y SCI3.3: Reflexiona sobre las implicaciones ambientales, sociales y culturales de los avances científicos y tecnológicos.

En relación a los contextos.

En ambas pruebas hay predominancia del ámbito de *Ecología y Medio-ambiente*: de 42 preguntas en total en ambas pruebas, 19 (45,2%), pertenecen a este ámbito.

Predominan de forma desproporcionada los ámbitos relativos a aspectos biológicos sobre los físico-químicos y los geológicos, pero sí existe equilibrio entre las situaciones de contexto personal, social y global.

En relación al Currículo de mínimos

Respecto de los objetivos.

De los nueve objetivos se reconocen en la prueba siete de ellos. No se plantean preguntas que demanden de los alumnos obtener información sobre temas científicos utilizando diversas fuentes (objetivo 4), ni se plantean situaciones donde deba reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia (objetivo 9). Quizás, este segundo objetivo sea más adecuado para 3º y 4º de la ESO.

Respecto de los bloques de contenidos.

En el bloque 1, común para los dos cursos con pequeñas matizaciones de nivel, no hay ninguna pregunta que exija la utilización de los medios de comunicación y las tecnologías de la información para seleccionar información sobre el medio natural y los fenómenos naturales. Entre las 42 preguntas que suman ambas pruebas solamente hay una pregunta que se refiera a la emisión de hipótesis.

Respecto del resto de los bloques: en los del **primer curso** hay un claro déficit sobre *La Materia en el Universo*, así como sobre *La Geosfera*. En referencia a *Materiales terrestres* existe un predominio de preguntas de carácter medio-ambiental, como el papel protector de la atmósfera y la contaminación del agua. En el bloque de *Seres vivos y su diversidad*, no existen preguntas sobre su clasificación, ni sobre la célula.

En la prueba del 2008-2009 existen preguntas sobre el Universo y el Sistema Solar, sin embargo, en la del 2009-2010 no hay ninguna.

En relación a los bloques de **segundo curso**, en ninguna de las dos pruebas existen preguntas sobre transformaciones geológicas debidas a la energía interna de la Tierra. En la prueba del 2008-2009 no hay preguntas sobre el *Medio-ambiente natural*, mientras

que en la del 2009-2010 es el bloque más tratado, ocurriendo lo contrario respecto al bloque *Materia y Energía y Transferencia de energía*, que sí se aborda en la del 2008-2009 y prácticamente no se trata en la prueba del 2009-2010.

Respecto de los criterios de evaluación.

La prueba del 2008-2009 recoge más aprendizajes imprescindibles de los que están presentes en los criterios de evaluación, siendo así más completa que la del 2009-2010.

En el **primer curso**, en ninguna de las preguntas de las dos pruebas se reconocen los siguientes criterios de evaluación: el número 2, sobre Los modelos históricos que describen el lugar de la Tierra en el Universo; el número 3, sobre Las características de la materia; y el número 7, sobre El reconocimiento de las rocas y minerales.

En el **segundo curso** no se reconocen en la prueba los criterios número 4, sobre Los agentes geológicos internos y el origen de las rocas, y el número 5, sobre Los riesgos geológicos, prevención y predicción.

REFERENCIAS

Cañas, A.; Martín-Díaz, M.J.; Nieda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza.

Consejería de Educación: Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación en Andalucía, BOJA de 26 de diciembre de 2007. Sevilla.

Dirección General de Ordenación y Evaluación Educativa. "El Modelo de Evaluación de Diagnóstico en Andalucía". 2008. Consejería de Educación de la Junta de Andalucía: Sevilla.

Instituto Nacional de Calidad y Evaluación. (2001). *La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el Proyecto Pisa 2000*. MEC: Madrid.

Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo (2003). *Evaluación de la Educación Primaria*. MEC: Madrid.

Lupión, T. Blanco, A., España, E. y Garrido, L. (2011). La competencia científica: de los currículos al aula. Una experiencia de formación permanente del profesorado de educación obligatoria. En J. Maquilón, M.P. García y M.P. Belmont (coords.), *Innovación educativa en la enseñanza formal* (pp. 135-144). Murcia: Editum

MEC (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, BOE de 4 de mayo de 2006. Madrid.

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

OCDE (2006). PISA 2006. *Marco de evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana/MEC.

¹ Esta comunicación forma parte del proyecto de I+D+i «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)» (EDU2009-07173) financiado por la Secretaría de Estado de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria de 2009.

¿Puede cambiar la motivación del alumnado hacia el aprendizaje a partir de una experiencia de investigación escolar? El caso de un grupo de E.S.O. de ciencias

Carrasco Vega, S. y De las Heras Pérez, M.A.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva
angeles.delasheras@ddcc.uhu.es*

RESUMEN

El problema de la desmotivación del alumnado en los centros educativos se hace cada día más patente y difícilmente el profesorado se siente capaz de resolver dicha situación planteada en el aula. El presente proyecto pretende analizar los cambios de motivación del alumnado (Necesidades Psicológicas Básicas y Clima de Aula), que a lo largo de su experiencia escolar han seguido una metodología que podría catalogarse como tradicional y que son sometidos puntualmente a una experiencia de Investigación Escolar, mediante el diseño y puesta en práctica de una unidad didáctica investigativa sobre el Sistema Nervioso en 3º de E.S.O.

Como instrumentos de recogida de datos se utilizan diferentes escalas validadas que, una vez analizadas, ponen de manifiesto que los alumnos no han cambiado de forma importante sus necesidades psicológicas básicas, aunque son un poco más autónomos y perciben un clima de aula algo más positivo, orientado a la tarea. Sin embargo, a pesar de ello, tenemos que aceptar que hubiera sido conveniente ampliar el tiempo de actuación de la experiencia durante todo un curso escolar, para que los resultados de la investigación fueran más evidentes.

Palabras clave

Motivación, Investigación Escolar, ESO, Necesidades Psicológicas Básicas,

INTRODUCCIÓN

El problema de la desmotivación del alumnado en los centros educativos de ESO se hace cada día más. Sin embargo, en general existe una preocupación desde el profesorado por conseguir motivar al alumnado hacia el aprendizaje.

El término motivación suele ser definido por los psicólogos como el conjunto de procesos que implican despertar, dirigir y mantener el comportamiento. Se usa para ver por qué un sujeto trabaja en unas tareas y no en otras en las que debería trabajar (Madrid, D. 1999).

En este sentido, el objetivo principal de nuestro estudio es conocer si existe cambio en la motivación del alumnado de 3º de ESO cuando, estando habituado a una metodología centrada en el profesor, a través de la transmisión de contenidos, donde el alumno tiene un papel pasivo, es cambiado a una propuesta puntual de investigación escolar, donde pasa a ser parte activa del proceso.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Según Carratalá (2004), son varias las teorías que han tratado y profundizado en el estudio de la motivación. Además, existen diversas perspectivas para su estudio como describen Weinberg y Gould (1996). Una perspectiva centrada en el participante, lo que explica que algunas personas estén más motivadas que otras debido a la propia personalidad y atendiendo a sus intereses y necesidades; otra perspectiva centrada en la situación, es decir, el nivel de motivación que guía la conducta depende de la situación concreta en la que se esté actuando (dinámica de una clase o el estilo del maestro). La tercera es la perspectiva interaccional, que integra las dos anteriores y considera la motivación como el resultado de la interacción entre factores del participante y factores situacionales.

Esta perspectiva interaccional ha generado diversas teorías, siendo las más utilizadas la Teoría de la Autodeterminación (Deci, 1975; Deci y Ryan, 1985) y la Teoría de las Metas de Logro (Ames, 1987; Ames y Archer, 1987; Nicholls, 1978).

La teoría de la Autodeterminación (Deci y Ryan, 1985), es una macro-teoría de la motivación humana que tiene relación con el desarrollo y funcionamiento de la personalidad dentro de los contextos sociales. La teoría analiza el grado en que las personas realizan sus acciones de forma voluntaria, por propia elección (Carratalá, 2004)

Deci y Ryan (1985) en la Teoría de la Autodeterminación distinguen diferentes tipos de motivación sobre la base de las diferentes razones o metas que dan lugar a una acción:

Motivación intrínseca: se define como el hacer una tarea porque es interesante o divertida en sí misma y produce satisfacción personal cuando se realiza.

Motivación extrínseca: se refiere a hacer algo porque conduce a un resultado u objetivo externo.

La teoría de Metas de Logro, se enmarca dentro de una perspectiva interaccional y ha sido el resultado de numerosas investigaciones (Ames, 1987; Ames y Archer, 1987, Nicholls, 1978, 1984, 1989). Según Nicholls (1989) esta teoría se centra en que los individuos somos organismos intencionales, dirigidos por nuestros objetivos y que actuamos de forma racional de acuerdo con estos.

El mecanismo principal mediante el cual los individuos perciben el éxito o fracaso son las metas que estos persiguen a lo largo de su vida (Escartí y Cervelló, 1994; Nicholls, 1989). Las situaciones de logro se definen como aquellas situaciones donde el sujeto debe demostrar su competencia (o habilidad) según los requisitos de la situación.

Se ha demostrado en numerosas investigaciones que es conveniente crear un clima motivacional hacia la tarea y en este sentido, Ames (1992) nos expone cuales deben ser las estrategias de motivación que deben emplearse para conseguir una implicación a la tarea de los individuos:

- *Diseñar actividades basadas en la variedad, el reto personal y la implicación*
- *Ayudar al alumnado a ser realista y plantear objetivos a corto plazo.*
- *Implicar al alumnado en las decisiones y en los papeles de liderazgo.*
- *Ayudar al alumnado a desarrollar técnicas de autocontrol y autodirección.*
- *Reconocimiento del progreso individual y de la mejora.*
- *Agrupar los alumnos de forma flexible y heterogénea.*
- *En la evaluación del proceso, utilizar criterios relativos al progreso personal y al dominio de la tarea.*
- *Implicar al alumnado en la auto-evaluación.*
- *Programación flexible para que el alumnado tenga la oportunidad y tiempo para progresar.*
- *Ayudar al alumnado a establecer el trabajo y la programación de la práctica.*

Estas estrategias estén en la línea de las establecidas por la Investigación Escolar. Una implicación activa del alumnado en todas las facetas del proceso de enseñanza-aprendizaje, una planificación abierta y desde el alumnado de la temática a estudiar, un agrupamiento flexible para conseguir un aprendizaje entre iguales, en definitiva, un clima orientado hacia la tarea, son las bases establecidas por una metodología investigativa (Cañal y otros, 2005). Son muchos los estudios que avalan la correlación positiva entre el clima tarea y el aumento de la motivación intrínseca.

METODOLOGÍA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

En este apartado presentamos las líneas generales del proceso de investigación desarrollado, su contexto, los problemas y cuestiones formuladas y las fases e instrumentos utilizados.

Propósito de la investigación

El propósito general de la investigación es conocer si existe cambio en la motivación del alumnado que, acostumbrado a una metodología transmisiva, es sometido puntualmente a una experiencia de investigación escolar. Se podría formular como:

¿Puede cambiar la motivación del alumnado hacia el aprendizaje a partir de una experiencia de investigación escolar?

Para poder dar respuesta a este problema, se han planteado, como se puede ver en el Cuadro 1, tres objetivos, a los que se le intentará dar respuesta mediante la formulación de tres subproblemas, cada uno con su hipótesis asociada.

<p>Objetivo 1: Valorar si ha existido algún cambio en la motivación intrínseca del alumnado</p>	<p>SubProblema 1: <i>¿Cómo influye la intervención de la unidad didáctica en la motivación?</i></p> <p>Hipótesis 1: Esperamos encontrar que los alumnos muestren más motivación por aprender ciencias después de haber trabajado la unidad didáctica con una metodología basada en la investigación del alumno.</p>
<p>Objetivo 2: Valorar el posible cambio en las necesidades psicológicas básicas del alumnado</p>	<p>SubProblema 2: <i>¿Qué cambios perciben el alumnado en su autonomía, competencia y sus relaciones en el aula (necesidades psicológicas básicas)?</i></p> <p>Hipótesis 2: El alumnado mejorará sus necesidades psicológicas básicas tras la intervención.</p>
<p>Objetivo 3: Valorar el posible cambio en cuanto a clima de aula generado tras la intervención</p>	<p>SubProblema 3: <i>¿Qué clima de aula intuyen los alumnos que se genera con el cambio metodológico?</i></p> <p>Hipótesis 3: El alumno percibirá un clima de aula más positivo, orientado a la tarea, tras la puesta en práctica de la unidad.</p>

Cuadro 1. Formulación de los objetivos e hipótesis de trabajo.

Contexto de la investigación

Este trabajo se ha desarrollado con un grupo de 23 alumnos (14 chicos y 9 chicas) de 3º de ESO del IES Nuevo Milenio de Zalamea la Real en la provincia de Huelva.

El grupo de alumnos tiene unas características muy diversas, diferenciándose un grupo con expectativas por continuar sus estudios en el Bachillerato o en un Ciclo Formativo de Grado Medio, con interés hacia lo académico y un grupo de alumnos menos motivados hacia los estudios. Esta diversidad puede influir en los resultados del estudio.

Diseño de la investigación

Para esta investigación es necesario un diseño cualitativo e interpretativo, ya que es una investigación íntimamente ligada a su contexto.

El proceso de investigación se diseñó en cuatro etapas. Una primera etapa donde se llevó a cabo una fase de revisión bibliográfica y el planteamiento del problema; una segunda etapa de obtención de datos, que conllevó el diseño de la experiencia de investigación escolar sobre el estudio del Sistema Nervioso y su puesta en práctica, la elaboración de los instrumentos de recogida de datos y la recogida de los datos propiamente dicha; la tercera fase se analizaron los datos; durante la cuarta fase se emitieron los principales resultados y conclusiones del trabajo.

Para la toma de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cuestionario Escala de Necesidades Psicológicas Básicas.

Debemos tener en cuenta la Teoría de la autodeterminación (Deci & Ryan, 1985), que considera que todo comportamiento humano es motivado por tres necesidades psicológicas básicas primarias y universales, autonomía, competencia y relación con los demás.

Para medir la motivación se utilizará un cuestionario validado y fiable, modificado del llamado Escala de las Necesidades Psicológicas Básicas (BPNEs) en el Ejercicio de Vlachopoulos y Michailidou (2006). Este instrumento está constituido por 12 ítems diferentes, que se pueden valorar numéricamente siguiendo una escala Likert (desde totalmente de acuerdo hasta totalmente en desacuerdo).

- Cuestionario de Clima de Aula.

En el ámbito educativo se conoce la influencia que tiene, el método utilizado por el docente y el contexto de trabajo, en la interpretación que los estudiantes hacen de sus habilidades y logros. De esta manera, la creación de un clima de trabajo adecuado en la clase incrementará generalmente la motivación, la persistencia y el autocontrol de los alumnos.

El instrumento elegido será la adaptación argentina de la Escala de Clima Motivacional de Clase (Fernández, Liporace, Ongarato & Casullo, 2004). Es un instrumento que consta de 13 ítems redactados en forma afirmativa y diseñado para evaluar el clima motivacional de la clase en alumnos de 11-15 años.

La consigna solicita al alumno que describa por medio de una escala Likert de cuatro posiciones, cómo percibe el ambiente de clases, qué sucede y con qué frecuencia, que cree que sus compañeros y docentes valoran y cómo trabajan habitualmente.

- Cuestionario de Motivación.

Siguiendo a Jimenez y Macotela (2008), se ha demostrado que la motivación tiene un papel fundamental sobre el aprendizaje, ya que influye sobre lo que se aprende, cuándo y cómo se aprende.

Debido a la importancia que tiene la motivación escolar, en nuestro estudio, para medirla hemos utilizado un instrumento llamado Escala de Orientación Intrínseca versus Extrínseca en el Aula. Este instrumento evalúa el grado y tipo de orientación interna/externa que presentan los alumnos hacia el aprendizaje escolar y abarca cinco dimensiones del aprendizaje en el aula, que pueden ser caracterizadas por tener un polo de motivación extrínseco y otro intrínseco (Tabla 1). El contenido de los reactivos y el formato de respuesta de la prueba permite que los alumnos elijan entre respuestas de motivación intrínseca y extrínseca, en dos grados: alta o media, con lo cual se obtiene el tipo y el grado de motivación que presenta cada niño en cada dimensión. Cada ítem se califica con una escala de 1 a 4, donde 1 indica orientación extrínseca máxima, y la puntuación 4 la orientación intrínseca máxima.

VARIABLES	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • NBP-AUTONOMÍA • NBP-COMPETENCIA • NBP-RELACIÓN 	CUESTIONARIO- NBP
<ul style="list-style-type: none"> • CLIMA-CLARIDAD Y ORDEN • CLIMA-NEGATIVO • CLIMA-POSITIVO 	CUESTIONARIO- CLIMA
<ul style="list-style-type: none"> • MOTIV- INDEPMAESTRO. • MOTIV-INTERAPRENDER • MOTIV-PREFRETO. • MOTIV-JUICIOMAESTRO. • MOTIV-PERSOBEDI. 	CUESTIONARIO- MOTIVACIÓN

Tabla 1. Variables medidas por cuestionarios utilizados

Los tres cuestionarios se pasarán antes de comenzar la unidad didáctica y al finalizarla, con el fin de analizar los resultados obtenidos en ambos momentos y así poder observar el cambio producido en la motivación del alumnado. Además, los tres cuestionarios de forma general y de forma independiente cada una de sus variables, fueron sometidos a un análisis de fiabilidad ó α de Cronbach, con el fin de determinar su fiabilidad (mayor 0.5).

El análisis de los datos obtenidos consistió en un estudio de estadística descriptiva: media y desviación típica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentarán los resultados del análisis de los datos siguiendo las pautas presentadas en el capítulo de metodología.

En primer lugar, los resultados obtenidos en el Análisis de Fiabilidad de los cuestionarios NBP, CLIMA, MOTIVACIÓN nos dicen que son fiables, como podemos ver en la Tabla 2:

INSTRUMENTOS	α de Cronbach	α de Cronbach
	ANTES	DESPUÉS
CUESTIONARIO- NBP	0.810	0.898
CUESTIONARIO- CLIMA	0.530	0.601
CUESTIONARIO- MOTIVACIÓN	0.749	0,795

Tabla 2. Resultados obtenidos del Análisis de fiabilidad de cada cuestionario.

Sin embargo, los resultados obtenidos en el Análisis de Fiabilidad de cada una de las variables correspondientes a cada cuestionario, no son como se esperaban. Algunas de las variables aparecen con un valor de α de Cronbach menor a 0.5, por lo que no resultan fiables. Pensamos que esto puede ser debido al tamaño tan pequeño de la muestra. Debido a ello, se decidió hacer el estudio estadístico descriptivo sólo de las variables con α de Cronbach mayor a 0.5 ó lo que es lo mismo a las variables NBP-autonomía ,NBP-competencia , NBP-relación, CLIMA-claridad y orden. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 3.

ESTADÍSTICOS DE LA MUESTRA			
VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA	MUESTRA
ANBP-AUTONOMÍA	3,0476	0.91385	21
DNBP-AUTONOMÍA	3,3095	0.80973	21
ANBP- COMPETENCIA	3,5952	0.76025	21
DNBP- COMPETENCIA	3,5952	0.76025	21
ANBP-RELACIÓN	4,3929	0.60504	21
DNBP-RELACIÓN	4,3929	0.60504	21
ACLIMA-CLARIDAD	2,9810	0.77693	21
DCLIMA-CLARIDAD	3,3714	0.71354	21

Tabla 3. Datos del estudio Estadístico Descriptivo

Como podemos observar, tras el estudio estadístico hemos obtenido diferentes valores de la Media de cada una de las variables que son utilizadas en este estudio para medir el grado de motivación del alumnado. A continuación vamos a analizar qué ha ocurrido con cada una de estas variables:

- ❖ La variable NBP-AUTONOMÍA nos sirve para medir la autonomía de los esfuerzos de las personas por sentirse el origen de sus acciones y poder determinar su propio comportamiento. El valor 3,3095 obtenido después del desarrollo de nuestra unidad didáctica, es ligeramente superior al valor 3,0476 que representa la autonomía que tenía el alumnado antes de empezar nuestra investigación. Por lo tanto podemos decir que ha habido un ligero incremento de esta variable a lo largo del proceso, es decir, se afirma que existe un aumento de la autonomía del alumnado cuando se trabaja con una metodología investigativa.

El incremento de la percepción de autonomía con los demás creará un estado de motivación intrínseca (Ryan & Deci, 2000).

- ❖ La variable NBP-COMPETENCIA nos mide la necesidad de competencia que se basa en tratar de controlar el resultado y experimentar eficacia. El valor 3,5952 tomado al inicio del estudio es exactamente igual al que medimos después del desarrollo de la unidad, 3,5952. Esto significa que la variable que estamos midiendo no ha cambiado.
- ❖ La variable NBP-Relación mide la necesidad de relación con los demás, hace referencia al interés por relacionarse y preocuparse por otros, así como sentir que los demás tienen una relación auténtica con uno mismo, experimentando satisfacción con el mundo social. El valor 4,3929 tomado al inicio del estudio es exactamente igual al que medimos después del desarrollo de la unidad, 4,3929. Esto significa que la variable que estamos midiendo no ha cambiado.
- ❖ La variable CLIMA- claridad nos mide la claridad y orden en la clase (profesores y alumnos). El valor 3,3714 obtenido después del desarrollo de nuestra unidad didáctica, es superior al valor 2,9810 que representa la autonomía que tenía el alumnado antes de empezar nuestra investigación. Por lo tanto podemos decir que ha habido un ligero incremento de esta variable a lo largo del proceso, que afirma que existe un aumento de la motivación del alumnado cuando se trabaja con una metodología investigativa.

Como ya sabemos, la creación de un clima de trabajo adecuado en la clase incrementará generalmente la motivación, la persistencia y el autocontrol de los alumnos.

CONCLUSIONES

Antes de concluir nuestro trabajo tenemos que poner de manifiesto las limitaciones que hemos encontrado. A pesar de que se ponen de manifiesto ciertos cambios en las variables medidas, somos conscientes de lo limitado de la muestra y del tiempo que se ha llevado a cabo la intervención.

Sin olvidar lo dicho, intentaremos dar respuesta a nuestro problema de partida a través de la concreción de los distintos subproblemas planteados. A la pregunta, *¿cómo influye la intervención de la unidad didáctica en la motivación?* desde los resultados obtenidos vemos que las variables autonomía y clima de claridad-orden han cambiado, aunque no mucho por lo que concluimos que ha ocurrido un pequeño cambio en la motivación del alumnado, es decir, a los alumnos les gusta un poco más trabajar con esta nueva metodología.

El segundo subproblema o *¿Qué cambios perciben el alumnado en su autonomía, competencia y sus relaciones en el aula (NBP)?*. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en estas tres variables los alumnos sólo mejoran su autonomía.

El tercer subproblema o *¿Qué clima de aula intuyen los alumnos que se genera con el cambio metodológico?* la variable clima muestra una ligera mejoría después de la intervención, es decir, el alumno percibe un clima de aula algo más positivo, orientado a la tarea tras la puesta en práctica de la unidad.

Por tanto, somos optimistas al interpretar los resultados y consideramos que una superación de las limitaciones presentadas, conllevaría un cambio en las distintas

variables utilizadas para medir la motivación del alumnado hacia una nueva metodología.

BIBLIOGRAFÍA

Ames, C. (1987). The enhancement of student motivation. In M. Maehr y D.A. Kleiber (eds.) *Advances in motivation and achievement*, (pp. 123-148), Vol.5. Greenwich Conn.: JAI Pres.

Ames, C., & Archer, J. (1987). Mothers' belief about the role of ability and effort in school learning. *Journal of Educational Psychology* 18, 409-414.

Cañal, P., Pozuelos, F.J. & Travé, G. (2005). *Proyecto investigando nuestro mundo (6-12). Descripción general y fundamentos*. Diada: Sevilla.

Carratalá, E. (2004). *Análisis de la teoría de metas de logro y de la autodeterminación en los planos de especialización deportiva de la generalitat valenciana*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Valencia: Valencia.

Deci, E. L. (1975). *Intrinsic motivation*. Plenum: New York.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum Press: New York.

Escartí, A. & Cervelló, E. (1994). La motivación en el deporte. In I. Balaguer (Ed.), *Entrenamiento psicológico en deporte: Principios y aplicaciones* (pp. 61-90). Albatros Educación: Valencia.

Fernández Liporace, M., Ongarato, P. & Casullo, M. M. (2004). Adaptación y validación de una escala sobre clima motivacional de clase. *Psicología y Ciencia Social* 6,(2), 12–22.

Jiménez, R. & Macotela, T. (2008). Una escala para evaluar la motivación de los niños hacia el aprendizaje de primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 13, (037), 599-623.

Madrid, D. (1999). *La investigación de los factores motivacionales en el aula de idiomas*. Grupo editorial universitario: Granada.

Nicholls, J. (1978). The development of the concepts of effort and ability, perception of academic attainment, and the understanding that difficult tasks require more ability. *Child Development*, 49, 800–814.

Nicholls, J. (1984). Conceptions of ability and achievement motivation. In R. Ames & C. Ames (Eds.), *Research on motivation in education: Vol. I. Student motivation* (pp. 39-73). Academic Press: New York.

Nicholls, J. (1989). *The competitive ethos and democratic education*. Harvard University Press: Cambridge.

Ryan, R. M. & Deci, E.L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: classic Definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology* 25, 54-67.

Vlachopoulos, S. P., & Michailidou, S. (2006). Development and initial validation of a measure of autonomy, competence, and relatedness in exercise: The Basic Psychological Needs in Exercise Scale. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 10, 179-20.

Weinberg R. y Gould D. (1996). *Fundamentos de Psicología del deporte y el ejercicio físico*. Editorial Ariel.

IDENTIFICAR LAS CLAVES PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS MEDIANTE UN ESTUDIO CURRICULAR DELPHI.

Charro, Elena; Gómez, Ángela; Plaza, Susana; Padilla, Yolanda

Área de Didáctica de las C. Experimentales. Facultad de Educación y Trabajo Social. Universidad de Valladolid, Paseo de Belén, 47011 Valladolid

E-mail: echarro@dce.uva.es

RESUMEN

En este trabajo tratamos de identificar los puntos clave en los distintos campos de las ciencias que pueden mejorar la cultura científica en la sociedad actual. Numerosos autores están de acuerdo en la importancia de mejorar e intensificar la cultura científica en la sociedad en general, y más en particular de los alumnos durante la enseñanza preuniversitaria. Sin embargo, resulta difícil desentrañar qué aspectos fallan en la práctica educativa así como cuáles se consideran los tópicos de una buena cultura y educación científica. A través de sucesivas encuestas realizadas a más de un centenar de individuos pertenecientes a distintos colectivos relacionados con el ámbito de las ciencias, tratamos de encontrar los aspectos más relevantes que pueden ayudar a mejorar las clases de ciencias y enfatizar la necesidad de mejorar la cultura científica de nuestros estudiantes.

Palabras clave

Estudio Delphi, enseñanza de las Ciencias, ESO.

INTRODUCCIÓN

Son numerosos los estudios que reflejan los bajos resultados de los estudiantes españoles en materias de ciencias (Informe Pisa 2006), motivo por el cuál hace pensar que habrá factores que condicionan el aprendizaje de las ciencias por parte de los alumnos (Häussler & Hoffman, 1999). En el marco de este escenario surge el proyecto europeo PROFILES, recientemente concedido dentro del Séptimo Programa Marco. Se trata de un proyecto de red cooperativa formada por 21 instituciones pertenecientes a 19 países, entre ellos Alemania, Reino Unido, Irlanda, Portugal, y la Universidad de Valladolid, en España. Este proyecto, entre otros objetivos, pretende llegar a determinar qué aspectos serían de mayor relevancia y deseables para la formación del individuo (Smith & Simpson, 1995) en la sociedad actual y futura, en el ámbito de la enseñanza de ciencias. Este análisis se lleva a cabo mediante un estudio Delphi (Bolte 2008, Osborne *et al.*, 2003). El estudio va enfocado a la realización de una comparación entre los resultados obtenidos mediante un análisis Delphi en un total de 20 países. El trabajo que aquí se presenta concierne exclusivamente al sondeo efectuado desde el grupo español que participa en el proyecto europeo PROFILES. Este mismo estudio ha tenido lugar en otros países y se ha efectuado sobre un centenar de individuos. Todos los grupos encuestados están vinculados al ámbito científico, que abarca por igual a las ramas de Biología, Física, Química y Geología.

METODOLOGÍA

La técnica Delphi fue desarrollado originalmente por Helmer (1966) como un instrumento para predecir la trascendencia de los avances técnicos (por lo tanto, el nombramiento después, viene de la ciudad de Delphi, que era el sitio del oráculo griego). Hoy en día, la técnica abarca una amplia variedad de aplicaciones, (Petrina, 1992), desde la determinación de los factores que determinan la calidad de la vida, a través de la planificación de las ciudades, al desarrollo del currículo (Murry & Linstone, 1995) (Dailey & Holmberg, 1990). Entre las características de la técnica Delphi (Brooks, 1979), incluyen que cada participante de forma individual realice una contribución por escrito sobre el tema del estudio y enviarlo a un equipo central de investigación.

La investigación se realizará a través de un estudio Delphi, que se desarrolla en varias fases. La primera fase es la que se presenta en esta comunicación. Esta primera fase consta de dos etapas consecutivas. La primera etapa consiste en realizar una pregunta abierta al encuestado: *¿Qué debería conocer sobre Ciencias un ciudadano en la sociedad actual?* La pregunta va referida a los estudiantes de entre 16 y 18 años, y requiere ser matizada al ser respondida según estos tres aspectos: 1) el enfoque de la enseñanza de las Ciencias en cuanto a motivación y contexto, 2) contenidos científicos y estrategias que propondría y 3) habilidades que deberían conseguirse.

El análisis de las respuestas se condensa en una relación de palabras y expresiones mencionadas por los encuestados, que da lugar a que se establezca una clasificación de las mismas atendiendo a lo que denominamos categorías. El resultado final es el de la recopilación en 5 categorías de todas esas respuestas, y dentro de cada una se enumeran las ideas aportadas por los encuestados, mediante palabras y expresiones que denominamos ítems. De este modo se elabora un nuevo cuestionario, que incluye un total de 80 ítems.

RESULTADOS

El número total de personas encuestadas ha sido de 126, siendo el grupo más numeroso el de estudiantes de la ESO (Tabla 1). Los resultados se analizan por categorías. En la tabla 2 se muestran los ítems con porcentajes máximos en los diferentes grupos encuestados.

Grupo	Número total respondidos	Porcentaje
Estudiantes	61	48%
Profesores de ciencias	22	18%
Formación de profesorado	22	18%
Científicos	21	16%
Administración educativa	0	0%
Total	126	100%

Tabla 1: Porcentajes de participación en el cuestionario por grupos de interés.

En la primera categoría se responde a la cuestión *¿por qué es importante estudiar/enseñar ciencias?*, buscando la *Motivación*. La segunda categoría, corresponde a *Conceptos* que se deberían impartir y aprender. La tercera categoría lo forman los ítems relacionados con los diferentes *Campos Científicos*. La cuarta categoría relativa a las *Competencias, Habilidades y Destrezas* que

la persona debe adquirir en la formación preuniversitaria. Y finalmente, se indagó sobre cuáles serían las *estrategias de enseñanza-aprendizaje* más adecuadas en Ciencias.

Categoría	Estudiantes	Profesores Secundaria	Profesorado universitario	Científicos	Total
Motivación					
Educación/Desarrollo integral de la persona	64	50	91	86	51
Desarrollo intelectual de la persona	74	55	64	57	44
Naturaleza/fenómenos naturales	54	45	82	52	34
Tópicos					
Medioambiente	28	68	64	67	26
Energía	41	59	73	33	25
Propiedades materia	44	23	77	52	25
Campos Científicos					
Biología humana	38	77	64	48	28
Ciencias de la Tierra	39	64	64	48	25
Matemáticas	34	59	45	52	20
Habilidades					
Motivación/interés/curiosidad	52	55	12	8	20
Comprensión	46	64	14	12	20
Razonamiento/análisis/conclusiones	30	64	17	15	15
Estrategias					
Utilización de las nuevas tecnologías	79	86	50	67	55
Aprendizaje de las ciencias por indagación	56	55	73	90	43
Aprendizaje cooperativo	70	68	64	57	45

Tabla 2: Porcentajes máximos relativos a la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias

DISCUSIÓN

En cuanto a la **motivación** (primera categoría) en el estudio de Ciencias, parece que el mayor interés se centra en el desarrollo integral e intelectual del individuo en todos los grupos encuestados del individuo. Con respecto a **conceptos** (categoría 2) destacan: Energía y Medioambiente, muy mencionada por profesores en general y científicos. En **campos científicos** (categoría 3) destacamos la Biología Humana y las Ciencias de la Tierra, como las votadas por los profesores de ambos grupos. Por otro lado, las **habilidades** (categoría 4) más valoradas por los estudiantes y profesores de ESO son la formación de pensamiento crítico, razonamiento y capacidad para analizar y elaborar conclusiones junto con la comprensión; y en cuanto a **las estrategias de enseñanza-aprendizaje** (categoría 5) destaca la más votada en el grupo de científicos, el aprendizaje de las ciencias por indagación.

CONCLUSIONES

En la mayoría de los casos, las categorías están de acuerdo con las establecidas en estudios previos de Delphi en Ciencias (Bolte, 2008) y se refieren a las pautas y aspectos de la enseñanza de la ciencia moderna según apuntan algunos autores de la literatura didáctica (Bybee *et al* 2009; Fensham, 2009). A la vista de los resultados, el estudio Delphi se presenta como una buena herramienta para conocer aquellos aspectos claves que pueden ser objeto de mejora en la enseñanza de las ciencias. El proceso Delphi ofrece respuestas individuales con un considerable grado de libertad en la expresión de opiniones sobre un tema, a menudo ofreciendo a los nuevos investigadores la conciencia de la exploración. La técnica Delphi constituye un método interesante a caballo entre la metodología cualitativa como cuantitativa (Linstone y Turoff, 1975; Critcher y Gladstone, 1998).

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida para la realización de este estudio al séptimo programa marco de la unión europea en el proyecto PROFILES. Así mismo agradece la colaboración de profesores e investigadores de la universidad de Valladolid que amablemente han contribuido a este estudio.

REFERENCIAS

- Bolte, C. (2008). A Conceptual Framework for the Enhancement of Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy, based on Stakeholders' Views by Means of a Curricular Delphi Study in Chemistry. *Science Education International*, 19(3), 331-350.
- Brooks, K.W. (1979) Delphi Techniques: Expanding Applications. *North Central Association Quarterly*, 53,3, 377-385.
- Bybee, R. W., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An Assessment of Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-886.
- Clayton, M.J. (1997) Delphi: a technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education. *Educational Psychology*, 17, 373-386
- Cline, A. (1999) *Prioritisation Process Using Delphi Technique*. White Paper; Carolla Development, USA
- Cochran, S. W. (1983) The Delphi Method: Formulating and Refining Group Judgements. *Journal of Human Sciences* . 2(2), 111-17
- Critcher, C. & Gladstone, B. (1998) Utilizing the Delphi technique in policy discussion: a case study of a privatized utility in Britain. *Public Administration*, 76, 431-449.

Dailey, A. L. & Holmberg, J. C. (1990) Delphi – A Catalytic Strategy for Motivating Curriculum Revision by Faculty. *Community/Junior College Quarterly Review*, 14, 129-136.

Dalkey, N & Helmer, O. (1963) *An experimental application of the Delphi method to the use of experts*. Rand No. RM-727-PR. Santa Monica, CA: Rand Corporation.

Fensham, P. J. (2009). Real World Contexts in PISA Science: Implications for Context-Based Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884-896.

Häussler, P., Frey, K., Hoffman, L., Rost, J. & Spada, H. (1980) *Education in Physics for Today and Tomorrow: Results of a curricular Delphi study*. Kiel, Germany:IPN

Häussler, P., & Hoffmann, L. (1999) A Curricular Frame for Physics Education: Development, Comparison with Students' Interests, and Impact on Students' Achievement and Self-Concept. *Science Education*. 84, (6) 689–705

Helmer, O. (1966). *Social technology*. New York: Basic Books

Linstone, H.A. & Turoff, M. (1975) *The Delphi Method Techniques and Applications* (Boston, MA, Addison-Wesley).

Murry, J.W. & Hammons, J.O. (1995) Delphi: a versatile methodology for conducting qualitative research. *Review of Higher Education*, 18, 423–436.

Osborne, J. F., Ratcliffe, M., Collins, S., Millar, R., & Dusch, 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.

Petrina, S., & Volk, K.S. (1992). Policy Making Processes and the Delphi Technique in STS Curricula: A Case Study Examining Energy Issues. *Bulletin of Science and Technology in Society*, 12, 299-303

Smith, K. S., & Simpson, R. D. (1995) Validating Teaching Competencies for Faculty Members in Higher Education: A National Study Using the Delphi Method. *Innovative Higher Education*. 19 (3), 223-234

8
8
8

Opiniones e ideas alternativas de un grupo de alumnos de educación secundaria sobre el cambio climático

Conde, M^a C., Rodríguez, M., Ruiz, C., & Sánchez, J.S.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.
Universidad de Extremadura. cconde@unex.es*

RESUMEN

Se trata de una investigación realizada a alumnado de educación secundaria en relación a las concepciones alternativas sobre el Cambio Climático. Teniendo en cuenta otros estudios planteados al respecto y la experiencia profesional de los autores, se plantea conocer cuáles son esas ideas y si son distintas en la muestra elegida para el grupo de Ciencias que para el de Letras. Con ello pretendemos acercarnos al origen de las mismas y a la búsqueda de soluciones para la enseñanza-aprendizaje del tema.

Palabras clave

Cambio climático, ideas alternativas, educación secundaria, concienciación, detección de ideas.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los problemas de mayor interés social, científico, tecnológico y didáctico en la actualidad. Ha merecido la concesión del Premio Nobel de la Paz 2007 al Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), que es la agencia especializada del cambio climático creada en 1988 por las Naciones Unidas por sus investigaciones sobre el cambio climático y a Al Gore, ex vicepresidente de Estados Unidos, por su labor divulgativa sobre la problemática.

En el contexto actual de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible, (2005–2014), desde la educación y más concretamente en las aulas, hay que prestar especial atención al Cambio Climático, para proporcionar una percepción correcta del problema y fomentar actitudes y comportamientos favorables a dicha problemática.

Los estudiantes, así como la sociedad en general están expuestos a todo tipo de información, sea contrastada o no, sobre el cambio climático, así como sobre las posibles consecuencias que para el planeta puede tener en un futuro si no se consiguen acuerdos a nivel internacional que puedan hacer frente a ese grave problema.

Son muchas las facetas desde las cuales y en relación a la solución de este problema podríamos intervenir. Como formadores es para nosotros una cuestión fundamental para iniciar este tema el que los alumnos puedan hacer explícitas sus ideas al respecto, puedan ser conscientes de ellas y puedan contrastarlas con las de los compañeros y las de la sociedad en general como punto de partida que nos sitúe en el camino de las soluciones. A lo largo de nuestra experiencia docente, venimos observando cómo ciertas ideas alternativas al respecto del mismo se siguen manteniendo.

Pensamos que la génesis de algunas de estas ideas tiene que ver en parte con cómo abordamos esta cuestión científica en las aulas, además del papel que tiene la cultura, especialmente la que transmiten los medios de comunicación.

Compartimos la idea de Pozo (1996) de que la concepción constructivista del aprendizaje debe apoyarse en las demandas culturales que sobre la escuela pesan hoy, además de como una propuesta justificada en la investigación psicológica sobre cómo aprendemos las personas.

Este trabajo de investigación trata de averiguar si los conocimientos que poseen los estudiantes sobre el cambio climático coinciden con los científicamente correctos o si existen ideas alternativas de distinta dimensión conceptual en relación al tema propuesto. En este sentido coincidimos con Carrascosa (2005 a y b) en que las ideas alternativas suponen un obstáculo importante para el aprendizaje de los conocimientos científicos con ellas relacionados, así como en la resolución de problemas, por lo que sería necesario detectarlas y tenerlas en cuenta a la hora de abordar la enseñanza.

MARCO TEÓRICO

El estudio de las ideas alternativas comienza en la década de los setenta como señalan Furió, Solbes y Carrascosa (2006), al publicarse la tesis doctoral de Viennot en 1979 acerca de las concepciones de estudiantes universitarios de física sobre la idea de fuerza. Para estos mismos autores muchos estudiantes dan respuestas erróneas siempre en el mismo sentido cuando se les plantean cuestiones relacionadas con términos científicos, siendo esto una indicación de esquemas mentales del concepto distintos de los aceptados.

Driver (1986) dice que las ideas alternativas están dotadas de cierta coherencia interna, los alumnos usan un lenguaje impreciso y de términos indiferenciados, son detectadas en estudiantes de diferentes medios y edades, y son persistentes y no se modifican fácilmente mediante la enseñanza tradicional, entre otras características.

Pozo (1996) nos explica que las ideas alternativas aparecen ya en la cuna, teniendo las teorías intuitivas una función adaptativa basada en la necesidad de predecir y controlar lo que sucede en el mundo que les rodea. Para este autor, el origen de muchas de estas ideas se debe además de al ámbito sensorial, al cultural, y al ligado al mundo escolar.

En cuanto a las ideas alternativas relacionadas con el Cambio Climático, se pueden destacar trabajos como el de Fernández y otros (2011), sobre lo que piensan estudiantes universitarios en relación al cambio climático y el agua, el de Punter y otros (2008), donde se efectuó un estudio a 379 alumnos de Educación Secundaria Obligatoria, pertenecientes a cuatro centros diferentes de Valencia, o el trabajo de Meira (2006) sobre las ideas de la gente sobre el cambio climático. También destacamos en este sentido el trabajo de Koulaidis y Christidou (1999) en Grecia sobre las ideas alternativas de los estudiantes, en este caso, respecto al efecto invernadero.

OBJETIVOS

En la investigación se propusieron, entre otros, una serie de objetivos generales con el fin de dar una solución al problema de estudio.

1. Detectar opiniones y algunas de las posibles ideas alternativas de dos grupos de alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, del IES Sierra de San Pedro (Badajoz), sobre el Cambio Climático.

2. Determinar si las opiniones y posibles ideas alternativas son diferentes para el grupo de Ciencias y para el grupo de Letras.

METODOLOGÍA

Muestra

El proceso de muestreo elegido para seleccionar la muestra objeto de estudio, ha sido un muestreo no probabilístico casual, también denominado muestreo por accesibilidad.

La muestra final está compuesta por 38 alumnos de dos clases de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, una de ellas pertenecientes a la rama Científico-Tecnológica (Ciencias) -15- y la otra a la opción de Humanidades (Letras) -23-, del centro IES Sierra de San Pedro de la Roca de la Sierra.

Instrumento de recogida de datos.

Para este tipo de investigación se ha elegido como instrumento de recogida de datos el cuestionario.

Para elaborarlo se han establecido las dimensiones de aquellos temas a investigar. Las dimensiones del cuestionario se dividen en dos grupos: cambio climático y efecto invernadero. Para cada una de ellas se fijaron unos objetivos concretos y en función de ellos se plantearon unos ítems dentro del cuestionario.

En cuanto a su estructura, de las 22 cuestiones planteadas, dos de ellas son de escala tipo Likert, tres son preguntas abiertas y el resto son ítems con una o varias respuestas correctas.

El cuestionario fue validado por dos profesores, uno de la Facultad de Educación de la UEX, y el otro docente de la clase de Ciencias del IES Sierra de San Pedro; tras su intervención se decidió que el nivel de las cuestiones planteadas era el adecuado para el nivel de 4º de ESO en lugar de 3º de ESO que fue la primera elección.

Análisis de los datos.

Una vez recogidos los datos se procedió a su tratamiento informático a través del programa Microsoft Office Excel 2007.

Se elabora para cada ítem o cuestión una tabla donde se recogen los valores absolutos y porcentajes para cada opción o respuesta elegida del ítem.

Además, mediante un gráfico de barras se presentarán los porcentajes para cada respuesta de las distintas cuestiones.

Previamente, para las cuestiones abiertas se procede a la categorización de las mismas. El procedimiento ha consistido en encontrar patrones generales de respuesta, es decir, respuestas similares o comunes (Hernández, Fernández-Collado y Baptista, 2007).

RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se han seleccionado una serie de ítems del cuestionario, de los cuales se plantean sus resultados y análisis.

Ítem nº 3) **El cambio climático propuesto por la comunidad de científicos desde hace años es una invención para que cuidemos mejor el planeta.** Marca una opción de la escala siguiente, donde 1 es muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo.

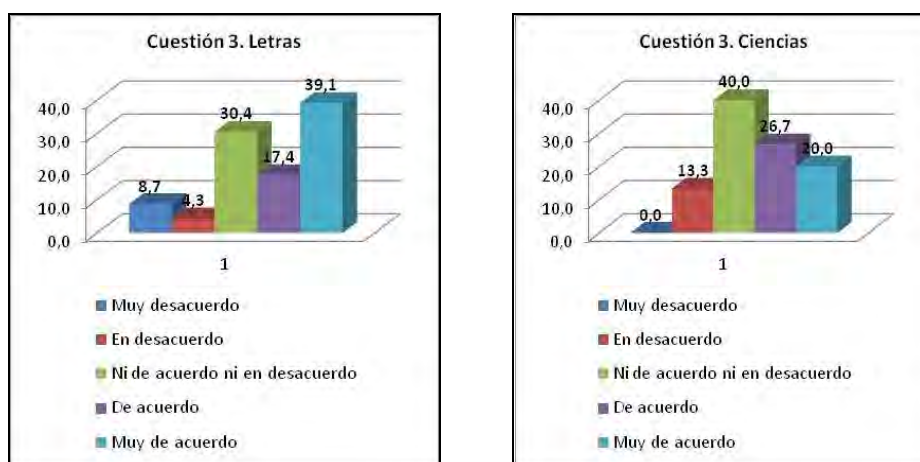


Ilustración 1. Gráficos de la cuestión 3 para la clase de letras y ciencias respectivamente.

Este ítem con escala de tipo Likert pretende que los alumnos se posicionen en la problemática sobre el cambio climático y si ellos consideran que es una cuestión de poca validez científica.

Los valores confirman que los estudiantes consideran que no existe un Cambio Climático. Estos resultados contradicen los obtenidos en una encuesta realizada por el Real Instituto Elcano (2010) tras la cumbre de Copenhague, donde sólo el 6% se declaró “bastante en desacuerdo” o “muy en desacuerdo” con la afirmación “se está produciendo un cambio climático”, frente a un 83,3% que se mostró “de acuerdo” o “muy de acuerdo” con la idea (Heras, 2010).

En esta cuestión se observa claramente que la opinión de los alumnos de ambas clases es negativa hacia el Cambio Climático, en ciencias un 46,7% y en letras el 56,5% de los alumnos están de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación: el cambio climático es una invención de los científicos.

La afirmación y rotundidad con la que se plantea la pregunta puede hacer que la tendencia descrita esté vinculada a la aceptación sin más de la cuestión, más que como una convicción, tal y como ocurre en otros estudios (Fernández y otros 2011) ante otros planteamientos ante el cambio climático. Pensamos que esto reafirma la inconsistencia y contradicción en las ideas de estos alumnos que les hacen aceptar acríticamente la información que les llega sin tratar de fundamentarla científicamente.

Para Meira y otros (2009), la representación del cambio climático en la sociedad se está construyendo más en y desde los medios de comunicación que en y desde la ciudadanía.

A su vez, una de las características de las ideas alternativas es la contradicción, de ahí el que en una cuestión posterior (nº 22), los alumnos responden de forma distinta.

Ítem nº 22) Da tu opinión personal sobre el cambio climático. ¿Qué es lo que más te preocupa?

Esta pregunta es de opinión personal en la cual los estudiantes deben implicarse y contar qué piensan ellos sobre el Cambio Climático.

Una vez categorizadas las preguntas de ciencias y letras, las categorías obtenidas en ambas clases son muy parecidas.

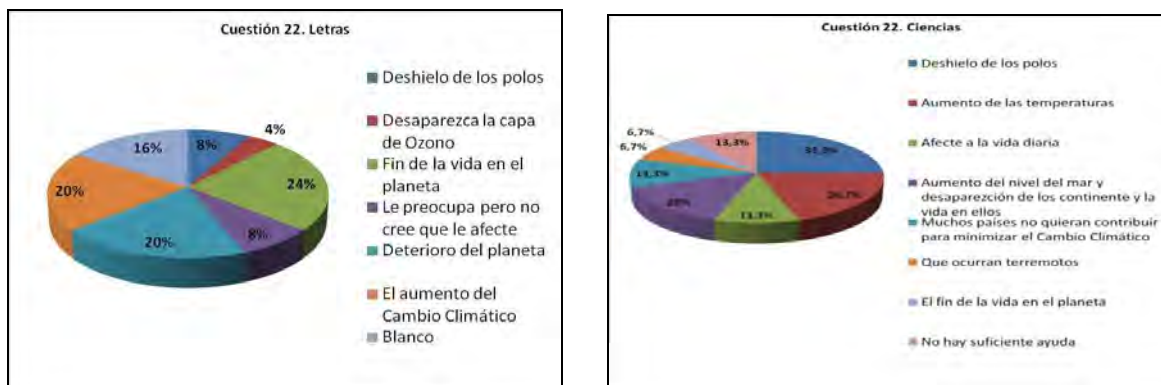


Ilustración 2. Gráficos de la cuestión 22 para la clase de letras y ciencias respectivamente.

A los alumnos de la clase de letras les preocupa mayoritariamente (con un 24%), el fin de la vida en el planeta, seguido por el aumento del cambio climático (con un 20%). Esta pregunta muchos alumnos la dejan sin respuesta (un 20%).

A los alumnos, a pesar de haber pensado que el cambio climático es una invención de la comunidad científica -cuestión 3-, les preocupa mucho las repercusiones que éste pueda tener sobre la Tierra y más concretamente sobre el ser humano. Parece en este caso que los estudiantes conocen en parte el problema, aunque a veces con visiones simplificadoras y alejadas de las cuestiones científicamente correctas. Meira y otros (2009) hablan de que se trata de un problema de reciente incorporación al currículum, lo que también podría estar contribuyendo a esa visión.

Otras cuestiones de interés son:

Ítem nº 8) **De los gases anteriores indica cuál es el de mayor poder de efecto invernadero.** (Nota: Los gases de la cuestión anterior son: H₂O vapor, O₂, H₂, CH₄, N₂O, N₂, CO₂ y Ar.)

De los gases dados en una cuestión anterior, el gas que mayor poder de efecto invernadero posee es el H₂O vapor. Este gas suele confundirse con otro, el CO₂, el cual ha aumentado su concentración en la atmósfera en los últimos años y está causando el aumento del efecto invernadero. Los resultados son parecidos en ambas clases, exceptuando que en la de Letras el gas metano, CH₄, no obtiene ningún porcentaje. En las dos clases son además seleccionados otros gases como son el N₂, el O₂ y el H₂.

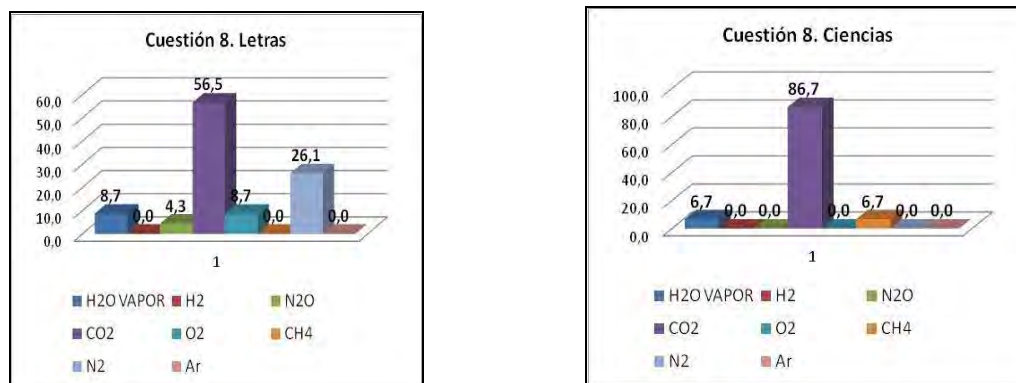


Ilustración 3. Gráficos para la cuestión 8 en la clase de letras y ciencias respectivamente.

Ítem nº 10) **La siguiente afirmación: “El incremento del agujero en la capa de ozono implica un cambio climático en la Tierra”.** Marca una opción de la escala siguiente, donde 1 es muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo.

Este ítem con escala de tipo Likert pide a los alumnos que opinen si ellos creen que existe relación entre el cambio climático y la capa de ozono. Más concretamente si el adelgazamiento de la capa de ozono conlleva un cambio climático.

Tanto los alumnos de la clase de Ciencias como los de la clase de Letras opinan que la afirmación es correcta, pues en conjunto un 73,3% y un 87% de los alumnos de Ciencias y Letras respectivamente están de acuerdo o muy de acuerdo (11 y 20 alumnos de los 15 y 23 encuestados respectivamente para Ciencias y Letras).

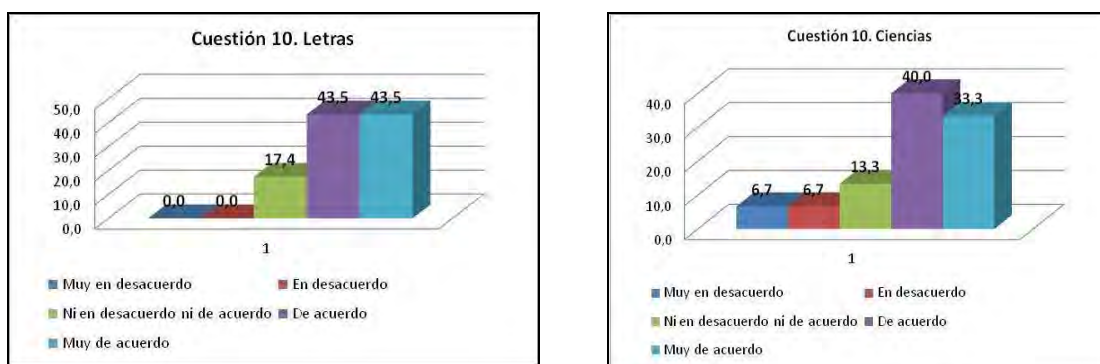


Ilustración 4. Gráficos de la cuestión 10 de la clase de Letras y Ciencias respectivamente.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios anteriores, como los de Punter y otros (2008), que planteó la afirmación presentada en el ítem de igual forma, y Meira (2006). Se confirma que un alto porcentaje de los alumnos creen que el adelgazamiento de la capa de ozono implica un cambio climático.

CONCLUSIONES

A través de las opiniones y conocimientos que tiene una muestra de alumnos en relación a algunos aspectos sobre el cambio climático, hemos detectado la existencia de ideas alternativas de diferente dimensión conceptual y con diferente consistencia en torno al cambio climático, tales como pensar que dicho problema es una invención de los científicos. Dicha idea alternativa tiene una consistencia variable en función de cómo se les plantee la cuestión. Ante una pregunta cerrada que afirma esa cuestión, se decantan por ello y cuando se les piden opiniones a través de preguntas abiertas, manifiestan sin embargo preocupación. Los estudiantes del grupo de Letras presentan porcentajes de respuestas en blanco muy superiores a los estudiantes del grupo de Ciencias en las respuestas abiertas, siendo además las respuestas de aquellos mucho más escuetas y menos elaboradas que la de estos. Este último grupo de Ciencias presenta también mayor porcentaje de alumnos/as con respuestas alejadas de las científicamente correctas. En general, tanto para los alumnos de Ciencias como de Letras pensamos que esta idea alternativa que podría estar generándose puede tener su origen en una aceptación acrítica de la información que reciben, quizá poniendo en el mismo nivel la que llega de fuentes científicas que la de otros ámbitos como medios de comunicación, etc.

Pensar que el incremento del agujero de la capa de ozono implica un cambio climático es otra idea alternativa para ambos grupos, aún con mayor porcentaje en el de Letras, coincidiendo con los resultados de otras investigaciones al respecto que se citan en la bibliografía. Quizá el hecho de plantearlas en el aula de forma conjunta y en ocasiones sin clarificar conceptualmente puede estar contribuyendo a ello.

Por último, nos parece que la idea de que el gas con mayor poder de efecto invernadero para ellos sea el dióxido de carbono, desconociendo el de otros gases como el vapor de agua, va más allá de un simple desconocimiento y puede tener su origen en otra de las ideas alternativas que subyace, y que en otros momentos de la investigación más amplia que hemos realizado se ha puesto de manifiesto, que es la concepción de que el efecto invernadero y no sólo su aumento, es una cuestión provocada por el hombre y negativa en sus consecuencias. Pensamos que en este caso el origen de esta cuestión puede estar más ligado al tratamiento que se hace en su enseñanza donde sería necesario utilizar estrategias de enseñanza más adecuadas.

IMPLICACIONES

Es importante que en la formación del alumnado se fomente la capacidad de analizar, contrastar y reflexionar sobre la información que se recibe en torno al cambio climático, diferenciando las fuentes y la manera de obtener dicha información en cada una de ellas, con el fin de favorecer un pensamiento crítico que ayude finalmente a conocer los aspectos científicamente comprobados en relación al cambio climático. Las concepciones alternativas del alumnado al respecto pueden ser la vía necesaria para comenzar a tratar en el aula estas cuestiones desde planteamientos científicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrascosa, J. (2005a). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 183-208.
- Carrascosa, J. (2005b). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 388-402.
- Chritidou, V., & Koulaidis, V. (1999). Models of Students' Thinking Concerning the Greenhouse Effect and Teaching Implications. *Science Education*, 8 (5), 559-576.
- Driver (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- Fernández, G., González, F., & Molina, J. L (2011). El cambio climático y el agua: Lo que piensan los universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), 427-438.
- Furió, C., Solbes, J., & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique*, 48, 64-77.
- Heras Hernández, F. (2011). Negacionistas, refractarios e inconsecuentes: sobre el difícil reto de reconocer el cambio climático. En: González, J.A. & Santos, I. (eds.), *Cuatro grandes retos, una solución global: Biodiversidad, cambio climático, desertificación y lucha contra la pobreza*. (pp. 124-136). Fundación IPADE y Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo – AECID, Madrid.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2007). *Metodología de la investigación*. México. McGraw-Hill.

Meira, P.A. (2006). Las ideas de la gente sobre el cambio climático. *Revista CICLOS*, 18, 5-12.

Meira, P.A., Arto, M., & Montero, P. (2009). *Sociedad ante el cambio climático. Conocimientos, valoraciones y comportamientos en la sociedad española*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela y Fundación Mapfre.

Pozo, J.I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van ... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique*, 7, 18-26

Punter, M.P., García-Gómez, J., & Ochando, M. (2008). *Ideas de los alumnos de secundaria sobre las causas del cambio climático*. Universidad de Valencia.

¿Qué saben y piensan enseñar los futuros profesores de primaria sobre el contenido la materia? Un estudio de la amplitud, diversidad y organización conceptual

Contreras, S., Cruz, M.A. y González, A.

Departamento de Educación, Facultad de Humanidades, Universidad de Santiago de Chile saul.contreras@usach.cl.

RESUMEN

El conocimiento de la disciplina es uno de los conocimientos más importantes que deben poseer los profesores para la enseñanza de las ciencias. En esta línea, se investiga el conocimiento disciplinar de 66 futuros profesores de primaria chilenos en relación a la amplitud, la diversidad y la organización conceptual para el contenido curricular la materia. Para ello se utiliza un cuestionario abierto y un análisis cualitativo a través de mapas de organización y distribución conceptual y frecuencia. Los principales resultados indican que los futuros profesores presentan un reducido conocimiento disciplinar, caracterizado por una reducida diversidad, escasas relaciones entre conceptos y dificultades para establecer contenidos de nivel microscópico al momento de pensar en la enseñanza del contenido curricular la materia. En el contexto educacional chileno, esto tiene implicancias para la formación inicial docente (FID), si lo que se quiere es lograr resultados adecuados en los procesos de evaluación y habilitación profesional de los futuros profesores.

Palabras clave

Conocimiento disciplinar, “materia”, enseñanza, FID, pensamiento.

INTRODUCCIÓN

Una parte importante del conocimiento profesional del profesor, lo constituye el conocimiento de los contenidos a enseñar, incluso antes de pensar en cómo enseñarlos. Es en este sentido, que Shulman (1986, 1987) señala que el conocimiento pedagógico (qué, cómo y cuándo enseñar) que se desarrolla en la mente del profesor está constituido por el *conocimiento disciplinar*, *conocimiento pedagógico del contenido* y el *conocimiento curricular* (Garritz y Trinidad-Velasco, 2004). Así, el conocimiento que tienen los profesores sobre su disciplina es un aspecto esencial para diseñar secuencias didácticas y enseñar un contenido curricular en particular, siendo determinante de la práctica del profesor en todos sus aspectos (Martín del Pozo y Rivero, 2001). Más concretamente, el conocimiento disciplinar se refiere a la organización y relación entre los conceptos del tema *per se* en la mente del profesor, por lo tanto, es primordial para decir qué enseñar de un contenido (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1998; Garritz y Trinidad-Velasco, 2004; Tardif, 2004; Arteaga e Inciarte, 2008; Gilbert, 2010).

Parece trivial pensar que para enseñar un contenido, primero es necesario conocer y comprender la organización conceptual que éste presenta, no obstante para ello el

profesor y futuro profesor debe disponer de un conocimiento acabado sobre los hechos o conceptos de un determinado tema, debe entender las estructuras de cómo se interrelacionan cada uno de los conceptos que incluyen dicho conocimiento. Es decir, debe reconocer la estructura sustantiva y sintáctica del contenido (Tardif, 2004). De esta manera, para que un profesor pueda enseñar un contenido y logre transformar el conocimiento científico en un conocimiento escolar enseñable y aprendible, es necesario que maneje las fuentes y naturaleza de la disciplina que enseña (Chevallard, 1991; Shulman, 2005; Reyes y Garritz, 2006). Un profesor con bajo dominio del conocimiento disciplinar, es menos consciente de las ideas previas de sus estudiantes y menos competente para identificar las dificultades conceptuales de los alumnos, proponer y organizar secuencias de contenidos y tiende a desarrollar prácticas de enseñanza basadas en la memorización (Carrillo, Sanhueza y Sánchez, 2009).

Al respecto, diversas investigaciones muestran que tanto profesores como futuros profesores, secuencian y organizan los contenidos siguiendo su propia lógica disciplinar, aunque en muchos casos pueda tener dudas si ésta es la que permite lograr que los estudiantes aprendan (Sánchez y Valcárcel, 1999). El que no seleccione y secuencie (organice) de manera adecuada los contenidos disciplinares a enseñar se relaciona, en primer lugar, con prácticas tradicionales y, en segundo lugar, con dificultades en los estudiante para aprender la estructura los contenidos disciplinares e integrar sus ideas previas (Martín del Pozo, 2001; Contreras, 2008; 2009; Martínez y Espinoza, 2009). En esta línea, no solo es fundamental un manejo disciplinar, por ejemplo de la química, sino que además un conocimiento y dominio de los niveles representación de una disciplina (Jhonstone, 1993). Solo a través de ello se puede comprender la estructura de un contenido, para luego enseñarlo (Casado y Raviolo, 2005; Van Berke, Pilot y Bulte, 2009). Por ello, si no se cuenta con un conocimiento disciplinar idóneo y no maneja los niveles de representación, es de esperar que el aprendizaje de los estudiantes se vea dificultado (Galagovsky, 2005; 2007).

En Chile, ha adquirido una gran relevancia la competencia disciplinar, sobre todo en los futuros profesores, competencias que se miden a través de pruebas estandarizadas, INICIA (Mineduc, 2004), con el propósito de mejorar la calidad de la formación inicial docente y promover un conocimiento y desarrollo profesional adecuado y continuo (Oliva, 2010). Así, la preocupación por desarrollar estándares disciplinares cobra sentido, si consideramos la necesidad de que los futuros profesores deben disponer de un conocimiento disciplinar que detalle los conceptos estructurantes de la disciplina que enseñarán. En este sentido, y para la enseñanza de la química, se señala que es necesario que los futuros profesores no solo posean un amplio conocimiento de los conceptos estructurantes (amplitud y diversidad), sino que además posean un dominio de las relaciones entre los conceptos (organización) y un dominio de los niveles de representación para su enseñanza (macroscópico, microscópico, simbólico, modelo y experimental), de manera que al momento de enseñar un contenido curricular, por ejemplo, la materia, puedan establecer un eje vertebrador, modelizar y diseñar secuencias didácticas para mejorar los aprendizajes de los estudiantes (Martín del Pozo, 2001; Harrison y Tregust, 2003; Gómez, Pozo y Gutiérrez, 2004; Galagovsky, 2007).

En este ámbito, la presente investigación tiene como objetivos identificar y describir el conocimiento disciplinar de un grupo de futuros profesores chilenos de primaria de la Universidad de Santiago de Chile, centrándonos en los niveles de amplitud, diversidad y organización conceptual del contenido “la materia” y, los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico. Más concretamente, responder a ¿Qué saben y piensan los futuros profesores de EGB sobre el contenido la materia?

CARACTERIZACIÓN DE LA INVESTIGACION

La investigación es desarrollada en la Universidad de Santiago de Chile (USACH), con un conjunto de futuros profesores de primaria (EGB) y en el marco de un proyecto interno (DICYT, 03-0854CP) con una duración de dos años y dos fases (cualitativa y cuantitativa). Lo que se presenta a continuación, es parte de la primera fase. Con un total de 66 futuros profesores, clasificados en tres grupos (G_1 , G_2 y G_3) según año de ingreso a la carrera (2007, 2008, 2009), se elaboró y aplicó un cuestionario abierto, cuyas preguntas fueron: a) ¿Qué enseñarías del contenido la “materia”? y b) ¿En qué orden enseñarías este contenido?.

Para analizar la información se utilizaron mapas de distribución y organización conceptual y, tablas de frecuencias. Teniendo en cuenta que se trabaja con una muestra reducida, el tratamiento de los datos que se obtienen de la producción escrita de los futuros profesores permite un análisis cualitativo de su contenido. En esta línea, el tipo de análisis más generalizado es el análisis categorial, que puede aplicarse tanto a producciones verbales como escritas, tanto de individuos como de grupos (Bardín, 1977). Así, se opta por hacer una presentación según las categorías de análisis: amplitud (numero), diversidad (tipos) y organización conceptual. Para esta última categoría, se consideran relaciones horizontales entre conceptos (tramas conceptuales o conceptos estructurales) y relaciones verticales (jerarquías conceptuales) (Moreira, 1998; Martín del Pozo, 2001; Martínez y Espinoza, 2009).

Por otro lado, señalar que pretendemos dar cuenta del inventario de conceptos implicados y los posibles aspectos del campo conceptual de un tema (Martín del Pozo, 2001). Para el contenido escolar “materia” y por medio de la investigación se ha logrado determinar los aspectos microscópicos y macroscópicos, aparte del simbólico (Treagust y Chittleborough, 2004). También destacamos los aspectos cualitativos y cuantitativos. Sin embargo, y según las respuestas de los futuros profesores, agregamos otros aspectos que forman parte del campo conceptual del contenido la materia y que permiten organizar de mejor forma la información. Entre ellos, consideramos aspectos generales, específicos y otros aspectos (Martín del Pozo, 2001).

RESULTADOS

Los resultados se presentan según las tres categorías establecidas: amplitud, diversidad y organización. Para la primera, los resultados son presentados en un mapa de distribución conceptual, para la segunda con un gráfico de distribución (frecuencia) y para tercera se utilizan mapas de conceptuales. Además, se describe un análisis comparativo (G_1 , G_2 y G_3).

Diversidad Conceptual

Del conjunto de conceptos propuestos por los futuros profesores de primer año (G_1), no se observan conceptos para los aspectos cuantitativos, como tampoco para otros aspectos. La cantidad de conceptos propuestos es reducida y no se encuentran conceptos cuantitativos como por ejemplo volumen, peso y/o masa. Además, proponen el aspecto cambio de estado (general) pero solo el de solidificación como específico. La misma tendencia se observa con el aspecto microscópico, señalan átomo, pero no conceptos como núcleo atómico o electrones. Proponen el aspecto de enlace y tabla periódica, que no corresponde al contenido escolar la materia, aunque probablemente los proponen puesto que tienen una relación con los conceptos de molécula y elemento respectivamente.

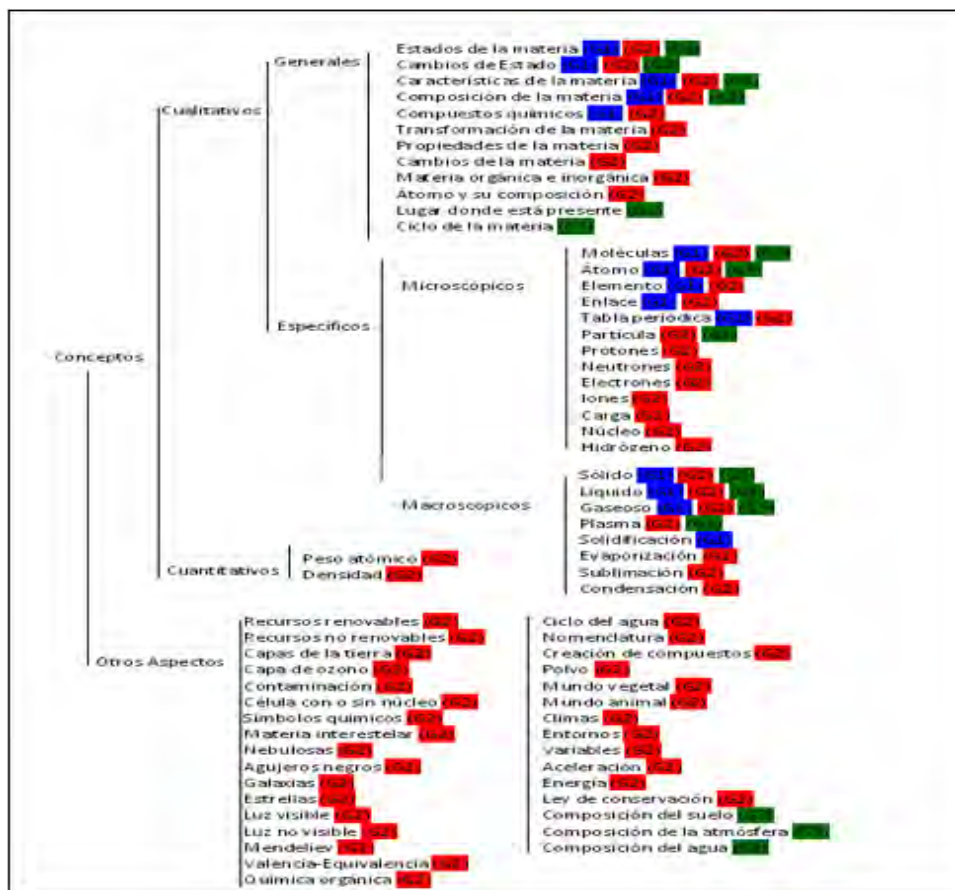


Figura 1. Mapa de distribución conceptual (diversidad)

El grupo G_2 (segundo año) es el único grupo que propone aspectos cuantitativos (densidad y peso atómico). Proponen además, conceptos que no tienen relación con el campo conceptual del contenido la materia, agrupados en otros aspectos (recursos renovables, capas de la tierra, capa de ozono, célula, galaxias, etc.). En esta línea, proponen los conceptos específicos de sólido, líquido, gas y plasma para relacionarlos con el concepto general de estados de la materia y, solidificación, condensación, evaporación y sublimación con cambios de estado con, faltando el de fusión. En relación a las propiedades de la materia no se observan aspectos específicos, como por ejemplo: compresibilidad, dureza, fluidez, volumen, masa, entre otros. Por otro lado, sobre los aspectos cuantitativos, aunque se observan dos conceptos asociados (densidad y peso atómico), es importante destacar que la relación de estos con el contenido la materia si bien no es incorrecta es poco cercana, dado que en primera instancia debe relacionarse con aspectos como volumen, peso y masa. De esta forma, el G_2 maneja una apropiada amplitud de aspectos microscópicos relacionados con el contenido la materia, aunque aparezcan conceptos como hidrógeno y tabla periódica, los cuales posiblemente se proponen como complementos del concepto elemento.

El grupo G_3 propone conceptos para la mayoría de los aspectos, pero al igual que el grupo G_1 no proponen aspectos cuantitativos. De los aspectos generales agrupados, se puede decir que el correspondiente a estados de la materia se relaciona con conceptos específicos como sólido, líquido, gas y plasma, y los que corresponden a características de la materia y composición de la materia con los conceptos específicos de molécula, átomo y partícula. En este sentido, los futuros profesores señalan conceptos relativos al

contenido la materia más a nivel general, dado que la diversidad de conceptos relacionados con aspectos específicos es bastante reducida.

Amplitud Conceptual

(G₁): del total de conceptos propuestos, una mayoría son macroscópicos. Específicamente, sólido, líquido, gas, composición de la materia (7). Por otro lado, los conceptos microscópicos prácticamente están ausentes (1).

(G₂): del total de conceptos propuestos, una mayoría son microscópicos. Ello podría suponer una visión más microscópica, al momento de pensar en enseñar el contenido la materia, sin embargo, considerando la frecuencia con que es propuesto cada concepto, esta visión cambia. Por ejemplo, iones, carga, núcleo e hidrógeno presentan una frecuencia baja (1), mientras que los conceptos macroscópicos (sólido, líquido, gas, características y estados de la materia) presentan una alta frecuencia (19).

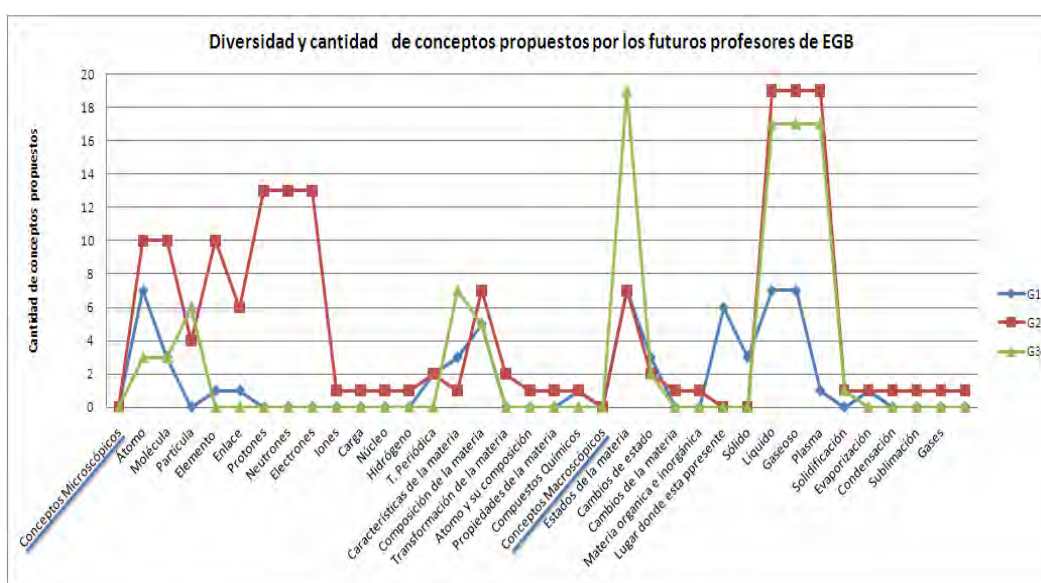


Figura 2. Amplitud Conceptual

(G₃): del total de conceptos propuestos, aquellos macroscópicos son los que presentan frecuencias más altas. Por ejemplo, estado de la materia (19), características de la materia (7), composición de la materia (5). Por otro lado, los aspectos microscópicos presentan menores frecuencias, entre ellos, partícula (6), átomo y molécula (3). Cabe señalar que los conceptos de sólido, líquido y gaseoso presentan una alta frecuencia (17), no obstante el concepto de plasma es propuesto solo 2 veces.

Organización Conceptual

(G₁): el mapa de organización conceptual indica una relación más bien vertical de los contenidos (Figura 3). Se observa una estructura de jerarquización que secuencía de lo general a lo particular. Una de las tres tramas no asocia conceptos, y las otras dos presentan relaciones inclusivas pero son reducidas. Además los futuros profesores confunden composición de la materia y características de la materia.

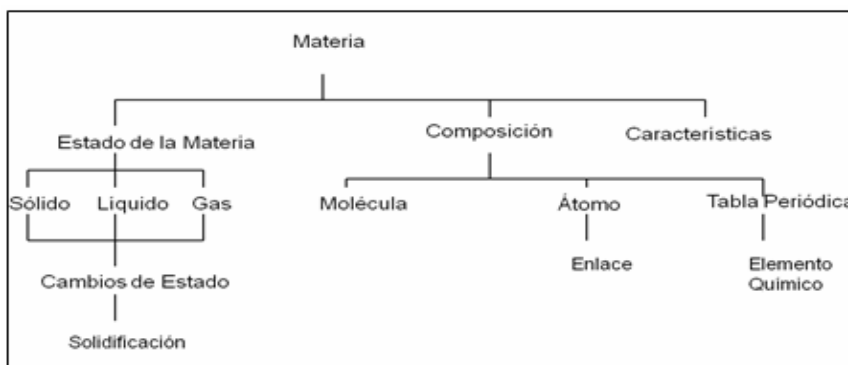


Figura 3: Mapa de Distribución de Conceptos para G₁

(G₂): el mapa de organización conceptual presenta 27 conceptos. Se organizan cinco tramas y siete niveles jerárquicos (Figura 4). De las tramas presentes, las correspondientes a transformaciones y características no presentan conceptos específicos asociados, el resto agrupa conceptos que tienen el mismo alcance dentro de la estructura de cada uno de los cuerpos de conocimientos. En relación a los conceptos incluidos en las distintas tramas, se observa que los futuros profesores realizan una relación correcta entre los conceptos específicos y generales que hemos mencionado. Se mantiene una confusión entre composición y características de la materia.

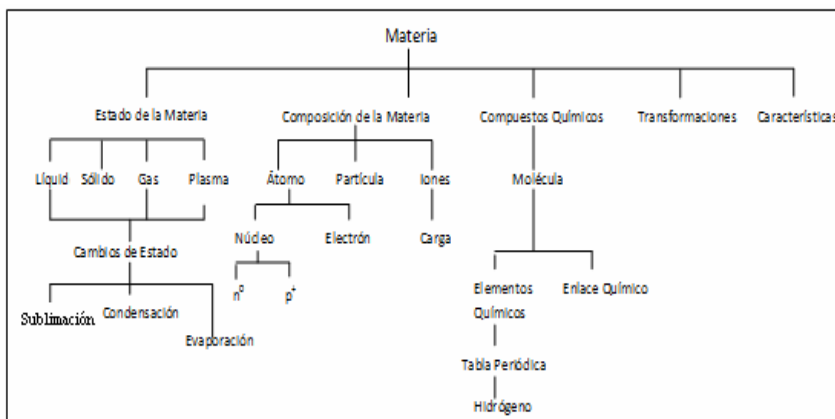


Figura 4: Mapa de Distribución de Conceptos para G₂.

(G₃): el mapa incluye 13 conceptos, presenta una estructura organizada que consta de cuatro tramas y cuatro niveles jerárquicos (Figura 5). La trama presenta conceptos asociados, pero los conceptos específicos están asociados solo a estados y composición de la materia. Presentan problemas al momento de establecer relación con los conceptos de partícula, átomo y moléculas. Al igual que el grupo G₂ indican el concepto de plasma como un cuarto estado de la materia, el cual si bien no es mencionado en los programas de estudio, refleja un grado mayor de conocimiento en relación al aspecto estados de la materia. Establecen mejores relaciones a nivel macroscópico que microscópico.

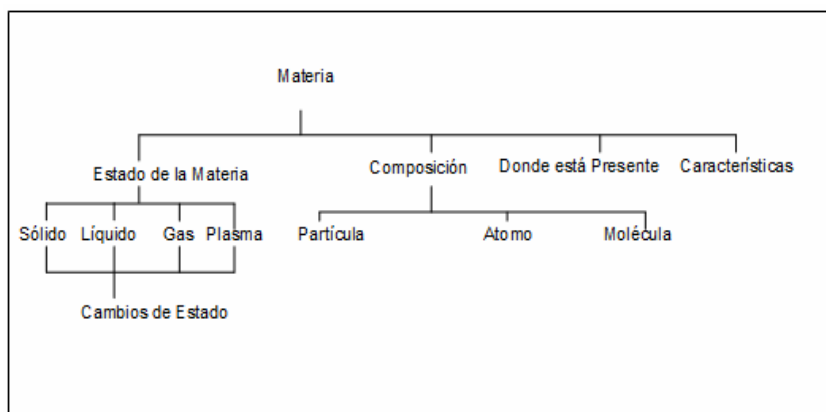


Figura 5: Mapa de Distribución de Conceptos G_3

Resultados Comparativos

Diversidad Conceptual: los futuros profesores son capaces de conectar al contenido la materia numerosos conceptos, de nivel macroscópico y microscópico. Sin embargo, algunos incorporan conceptos que no están relacionados a este contenido. De los aspectos que proponen en ocasiones presentan aspectos generales que no se relacionan con ningún aspecto específico (G_2 y G_3) y sólo un grupo de futuros profesores (G_2) propone aspectos cuantitativos. El campo conceptual considera 7 aspectos conceptuales, en los cuales G_2 indica una mayoría, a diferencia de G_1 y G_3 . Estos últimos grupos, manifiestan un campo conceptual similar y reducido.

Amplitud Conceptual: aunque la cantidad de conceptos propuestos por los futuros profesores es amplia (altas frecuencias para algunos conceptos), estos valores no son representativos de una mayoría de los futuros profesores. Esto se observa sobre todo en los conceptos microscópicos, dado que más de un concepto tiene una frecuencia muy baja (1). Los futuros profesores del G_2 señalan mayor cantidad de conceptos microscópicos, pero con bajas frecuencias. Tanto G_1 como G_3 , además de mostrar una baja diversidad, los conceptos con mayor frecuencia son los macroscópicos.

Organización Conceptual: los futuros profesores establecen relaciones directas entre cada uno de los conceptos que proponen, y en la mayoría de los casos relacionan los conceptos específicos con los conceptos generales correspondientes. Sin embargo, no existe una clara diferenciación entre lo macroscópico y microscópico, y las tramas para este último nivel son escasas. Por ejemplo, el tipo de relaciones que establece G_2 tanto a nivel microscópico como macroscópico son similares, en cambio G_1 y G_3 establecen mejores relaciones macroscópicas que microscópicas.

CONCLUSIONES

El conocimiento disciplinar de los futuros profesores de EGB en cuanto a amplitud conceptual es elevado, sin embargo, a nivel de diversidad conceptual el conocimiento disciplinar de los futuros profesores es reducido en lo relativo a los aspectos cuantitativos, aspectos microscópicos y estructura de la materia. Consideran mayoritariamente aspectos macroscópicos, ya sean estos generales o específicos, proponen conceptos que según los programas curriculares no forman parte del contenido la materia (otros aspectos). Así el conocimiento sobre la materia es reducido y el pensamiento sobre qué enseñar, con respecto a este contenido, se caracteriza por ser continuo, donde se pretende utilizar aspectos más macroscópicos que microscópicos

Si bien el conocimiento disciplinar que poseen los futuros profesores es organizado, en cuanto a que indican conceptos que van desde lo general a lo particular, no establecen relaciones entre conceptos. Es decir, el conocimiento disciplinar de cómo organizar los conceptos es bajo, dado que se evidencia una escasa asociación de conceptos en las tramas propuestas. No se observa una adecuada organización de los niveles jerárquicos ni tampoco tramas estructurales de conocimiento. De hecho, todos los grupos presentan tramas en las cuales no asocian ningún contenido.

Por último, consideramos que estos resultados tienen implicancias en la formación inicial, dado que dan cuenta de un conocimiento disciplinar reducido, que no permitirá que los futuros profesores puedan tomar decisiones adecuadas con respecto a que enseñar. En otras palabras, siendo reducido el conocimiento disciplinar, es muy poco probable que el conocimiento pedagógico del contenido (PCK) se desarrolle de forma adecuada, hasta llegar a un conocimiento profesional deseable. En esta línea, cobrará mucho sentido, desarrollar estudios de caso, además de análisis de los planes y programas, que permitan mejorar las trayectorias formativas de los futuros profesores.

Referencias

- Bardín, L. (1977). El análisis de contenido. Paris: PUF.
- Carrillo, M., Sanhueza, S. y Sánchez, A. (2009). Conocimiento que poseen los estudiantes de pedagogía en dificultades de aprendizaje de las Matemáticas (DAM). *Estudios pedagógicos*, XXXV (1), 47-62.
- Casado, G. y Raviolo, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Revista de la Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana*, 10, 35-43.
- Contreras, S. (2009). Creencias curriculares y creencias de actuación curricular de los profesores de ciencias chilenos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)*, 8 (2), 505 – 526.
- Contreras, S. (2008). Qué piensan nuestros profesores de ciencias sobre sus clases: un acercamiento a las creencias curriculares y a las creencias de actuación curricular. *Revista CIT, Formación Universitaria*, 1(3), 3-11
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quienes? *Revista Química Viva*, 4 (1), 8-22.
- Galagovsky, L. (2007). Enseñar química v/s aprender química: Una ecuación que no está balanceada. *Química Viva*, 6 (Numero especial), 1-13.
- Garriz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación Química*, 15 (2), 1-6.
- Gómez, M., Pozo, J. y Gutiérrez, M. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación química*, 15 (3), 198-209.
- Harrison, A., y Treagust, D. (2003). The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world. En J. Gilbert, O. DeJong, R. Justi, D. *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, Kluwer Academic Publishers.

- Johnstone, A. (1993). The Development of Chemistry Teaching. A Changing Responseto Changing Demand. *Journal of Chemical Education* , 70 (9), 701-705.
- Martín del Pozo, R. (2001). Prospective teacher's ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education* , 23 (4), 353-371.
- Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la Educación Secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* , 40, 63-79.
- Martínez, M. y Espinoza, A. (2009). Correlación entre mapas conceptuales y habilidades para la resolución de problemas en la unidad de equilibrio químico en la asignatura de química general. *Educación química*, 20 (2), 198-207.
- Mineduc. (2004). *Programas de Estudio y Comprensión de la Naturaleza*. Santiago: Unidad de Currículo y Evaluación Mineduc.
- Moreira, M. (1998). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo en ciencias. *Revista Galáico Portuguesa de Sócio Pedagogia y Sóciolinguística* , 11 (2), 143-156.
- Oliva, M. (2010). Política educativa chilena 1965-2009. ¿Qué oculta esa trama? . *Revista Brasileira de Educação* , 15 (44), 311-328.
- Porlán, R., Rivero, G. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemológico de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias* , 16 (2), 271-288.
- Reyes, F. y Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de "Reacción química" en profesores universitarios mexicanos. *Revista de Investigación educativa* , 11 (31), 1175-1205.
- Sánchez, G. y Valcárcel, V. (1999). Science Teachers'View and Practices in Planning for Teaching. *Journal of Research in Science Teaching* , 36 (4), 493-513.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* , 15 (2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Research*, 57 (1), 1-22.
- Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la Nueva reforma. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado* , 9 (2), 1-29.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.
- Treagust, D. y Chittleborough, T. (2004). Students' understanding of the descriptive and predictive nature of teaching models in organic chemistry. *Research in Science Education* , 34 (q), 1-20.
- VanBerkel, B., Pilot, A. y Bulte, M. (2009). Micro-Macro Thinking in Chemical Education: Why and How to Scape. En J. Gilbert, & D. Treagust, *Multiple Representations in Chemical Education* (págs. 31-54). UK: Springer.

Importancia otorgada a las salidas al medio natural por los profesores en formación de Biología y Geología: Relaciones entre las experiencias vividas como alumnos y sus concepciones como docentes

Emilio Costillo Borrego, Ana Belén Borrachero Cortés y Javier Cubero Juárez

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas

Facultad de Educación – Universidad de Extremadura

Avda. de Elvas s/n. CP: 06006 Badajoz

Correo: costillo@unex.es

RESUMEN

Numerosos estudios han puesto de manifiesto que las salidas al medio natural constituyen una actividad muy importante para el alumno en la enseñanza-aprendizaje de la Biología y Geología. Sin embargo pocos trabajos se dirigen al conocimiento específico de los profesores en relación a estas actividades de enseñanza-aprendizaje y todavía menos los centrados en profesores en formación. Por este motivo se pretende analizar la importancia que otorgan a las salidas al medio natural los profesores en formación, analizando si sus experiencias con estas actividades en su vida estudiantil tienen alguna influencia en sus concepciones como futuros docentes. Se diseñó un cuestionario que fue cumplimentado por 61 profesores de secundaria en formación. Se ha hallado una correlación significativa entre sus experiencias como alumnos y sus concepciones como docentes con respecto a estas actividades de enseñanza-aprendizaje. De esta manera profesores en formación que como alumnos tuvieron experiencias valiosas en estas actividades las valoran más como futuros docentes tanto en el aspecto cognitivo como en el campo de las emociones.

Palabras clave

Salidas al medio natural, desarrollo de profesores, concepciones, actividades de enseñanza-aprendizaje, máster secundaria

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación EDU2009-12864 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

INTRODUCCIÓN

Las salidas al medio natural han sido objeto de numerosos estudios que muestran su influencia positiva sobre los alumnos tanto en aspectos cognitivos como actitudinales (Falk, 1983; Bitgood, 1989; Rudman, 1994; Meredith et al., 1997). La mayoría tienen como objeto a los alumnos y están centrados en ofrecer claves para desarrollar las actividades de enseñanza-aprendizaje (Michie, 1998), unas actividades que entrañan una

gran complejidad (Hurley, 2006). Sin embargo pocos se dirigen al conocimiento específico de los profesores en relación a estas actividades de enseñanza-aprendizaje, que entraría dentro del Conocimiento Didáctico del Contenido del profesor (Shulman, 1986). Esa carencia de información es todavía mayor en un aspecto esencial del desarrollo del docente como es la formación inicial del profesor. De este modo se desconocen todos los aspectos relacionados con el dominio cognitivo y emocional de estos futuros docente frente a las salidas de alumnos a la Naturaleza. No obstante, los trabajos existentes señalan que las salidas al medio natural son fundamentales en la formación de profesores de Biología, contribuyendo a la construcción del Conocimiento Biológico, del Conocimiento Didáctico del Contenido y propiciando una reflexión de la profesión como docentes (Amórtegui et al., 2010). Además de los conocimientos que el profesor adquiera en esta etapa de formación referente a las salidas al medio natural, el futuro docente atesora sobre ellas una serie de conocimientos y actitudes fruto de su experiencia como estudiante, pues el profesor va evolucionando de forma continua desde su etapa escolar hasta su desarrollo profesional (Porlán et al., 2010).

Se pretende analizar la importancia que otorgan a las salidas al medio natural los profesores en formación de Biología y Geología dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en estas materias, relacionándolas con sus experiencias con estas actividades en su vida estudiantil.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Como ya se ha expuesto, hay muy pocos estudios dirigidos al conocimiento específico de los profesores en formación en relación a estas salidas al medio natural, desconociéndose si la propia experiencia como estudiantes en estas actividades puede condicionarlo. Ya se ha demostrado que estas experiencias pueden influir en el desarrollo profesional de los futuros docentes en otros aspectos. En éste en concreto, estudios previos han expuesto que existen discrepancias entre la relevancia con la que los profesores en formación consideran a las salidas al medio natural y la experimentada como alumno en estas actividades (Costillo et al. 2011). Se hace por tanto necesario conocer si existe una relación entre ambas cuestiones del desarrollo profesional de los profesores en formación.

METODOLOGÍA

Se diseñó un cuestionario al efecto (ver cuadro 1) que fue cumplimentado de forma voluntaria y anónima, durante los cursos 2010-2011 y 2011-2012, por 35 y 26 profesores en formación respectivamente. Todos estos profesores en formación estaban en el Máster Universitario en Formación del Profesorado en Educación Secundaria de la Universidad de Extremadura en la Especialidad de Biología y Geología.

Contesta a las siguientes frases señalando con una X la respuesta que consideres más oportuna, según el grado de acuerdo con las afirmaciones que se expresan. Siempre dentro de una escala del 1 a 10, donde 1 representa el mayor grado de desacuerdo

Como alumno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cuestión 1: Implicaban una mejora importante en mi proceso de aprendizaje de las ciencias										
Cuestión 2: Los temas tratados en las salidas al medio natural eran independientes de los tratados en el aula										
Cuestión 3: Servían principalmente como una actividad										

como se refleja en el cuadro de correlaciones que se muestra en la Tabla 1. Se han hallado diferentes correlaciones con un carácter moderado o débil pero con una alta significación estadística

Como profesores	Como alumnos						
	Cuestión 1	Cuestión 2	Cuestión 3	Cuestión 5	Cuestión 7	Cuestión 8	Cuestión 9
Cuestión 1	0,407	-0,065	0,061	0,014	0,236	0,399	-0,037
Cuestión 2	0,196	-0,205	-0,131	0,039	0,116	0,328	-0,053
Cuestión 3	0,088	-0,084	-0,265	0,210	-0,039	-0,071	-0,216
Cuestión 4	-0,128	0,256	0,094	-0,005	-0,016	-0,188	0,076
Cuestión 5	0,478	0,033	0,211	0,125	0,249	0,334	-0,069
Cuestión 6	-0,177	0,003	-0,175	0,050	-0,196	-0,185	0,012

Tabla 1: Correlaciones entre las concepciones actuales de los profesores en formación sobre las salidas al medio natural y sus experiencias como estudiantes en estas actividades. Se muestran los valores del Coeficiente de Correlación de Spearman, r_s . En rojo los valores significativos $p < 0,05$.

La correlación más fuerte la encontramos entre la Cuestión 1 como alumnos, (*Implicaban una mejora importante en mi proceso de aprendizaje de las ciencias*) y la Cuestión 5 como profesor (*Preparar estas salidas implica un mayor grado de conocimiento y experiencia como profesor*) (Figura 1). Esta correlación es positiva entre las dos cuestiones.

También se aprecia una correlación moderadamente fuerte y de carácter positivo entre la Cuestión 1 como alumnos, (*Implicaban una mejora importante en mi proceso de aprendizaje de las ciencias*) y la Cuestión 1 como profesor (*La importancia de las salidas tiene que ver con el aumento de motivación*) (Figura 2) La Cuestión 10 como alumnos (*Me gustaban las salidas al medio natural*) se correlaciona significativamente con tres cuestiones sobre las concepciones desde el punto de vista docente de los profesores en formación respecto a las salidas al medio natural. En primer lugar con la Cuestión 1 como profesor (*La importancia de las salidas tiene que ver con el aumento de motivación*) (Figura 3). También con la Cuestión 5 como profesor (*Preparar estas salidas implica un mayor grado de conocimiento y experiencia como profesor*) (Figura 4). Y por último con la Cuestión 2 como profesor (*El esfuerzo invertido de tiempo, de dinero y de material se recompensa con la mejora que la salida al medio natural supone en la enseñanza-aprendizaje*) (Figura 5). En todos los casos el signo de esta relación es positivo.

También se observan otras relaciones de un carácter más débil (Tabla 1) siendo todas en el mismo sentido.

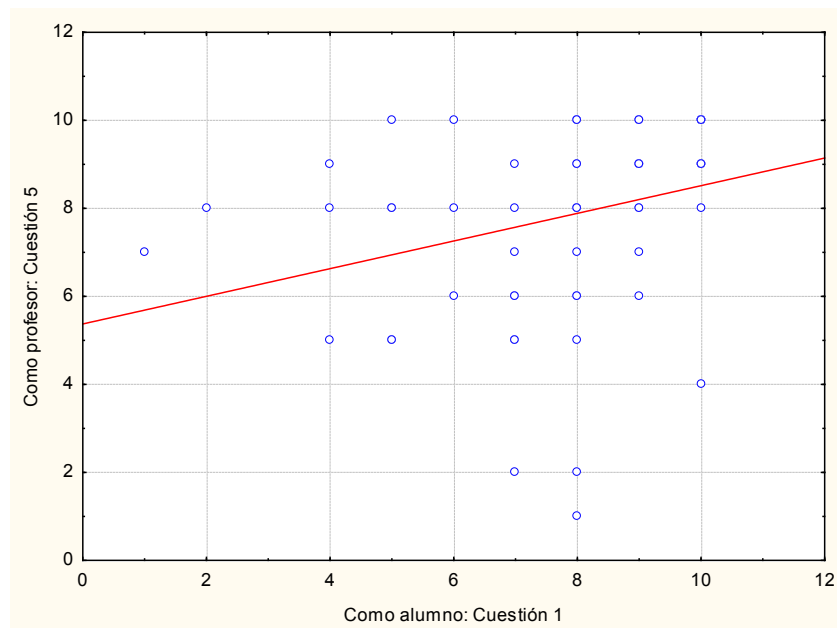


Figura 1: Correlación entre Cuestión 1 como alumnos, (Implicaban una mejora importante en mi proceso de aprendizaje de las ciencias) y la Cuestión 5 como profesor (Preparar estas salidas implica un mayor grado de conocimiento y experiencia como profesor)

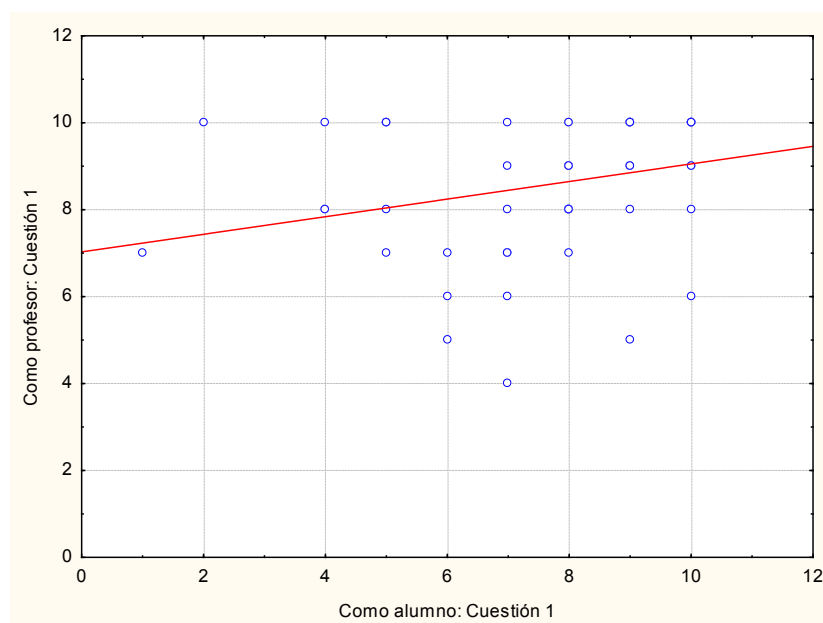


Figura 2: Correlación entre Cuestión 1 como alumnos, (Implicaban una mejora importante en mi proceso de aprendizaje de las ciencias) y la Cuestión 1 como profesor (La importancia de las salidas tiene que ver con el aumento de motivación)

Aunque se desconoce el grado en el que las experiencias vividas influyen sobre las concepciones de los futuros docentes. Se pone de manifiesto como estas experiencias vividas como alumnos en estas actividades están relacionadas con las concepciones de los futuros docentes sobre las mismas. Por esta razón profesores en formación que como alumnos han tenido una experiencia satisfactoria en estas salidas al medio natural muestran una valoración más alta como docentes sobre la importancia de las mismas en la enseñanza-aprendizaje de la Biología y la Geología. Es destacable que esta situación

se produzca tanto en el plano de las emociones como en el cognitivo, mostrando el estrecho vínculo que existe entre ellos.

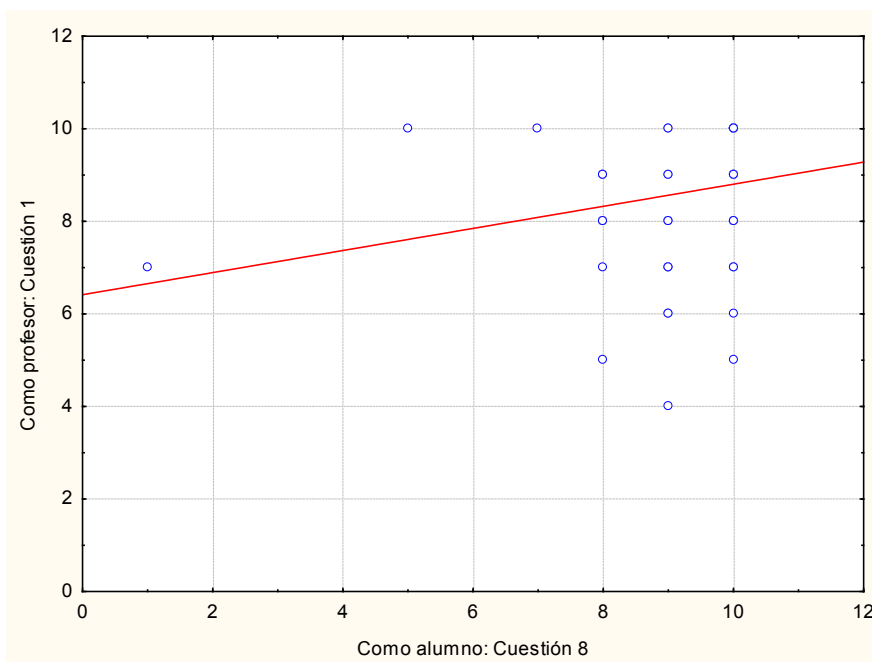


Figura 3: Correlación entre Cuestión 10 como alumnos, (Me gustaban las salidas al medio natural) y la Cuestión 1 como profesor (La importancia de las salidas tiene que ver con el aumento de motivación)

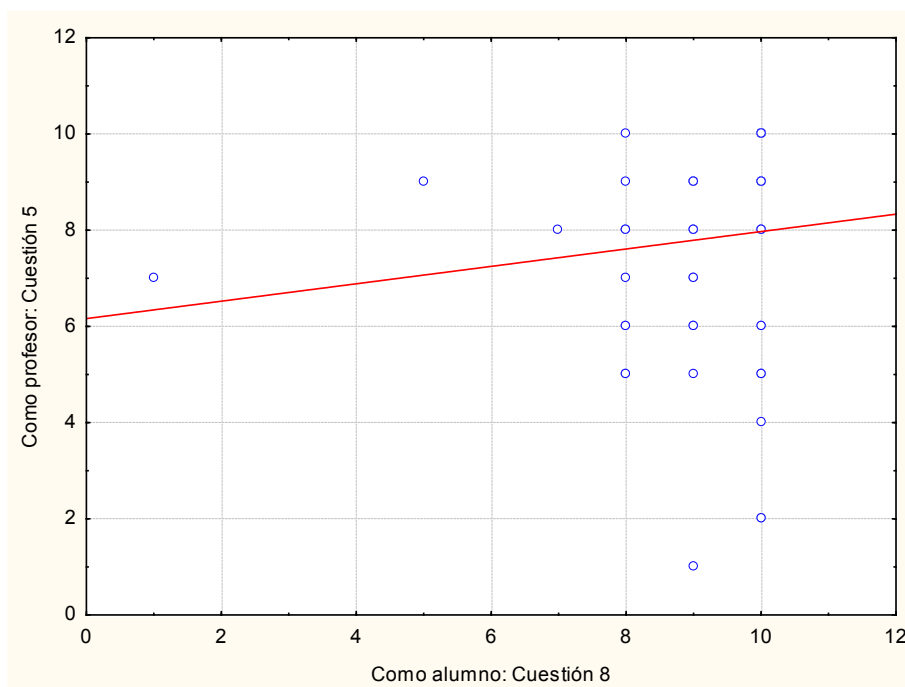


Figura 4: Correlación entre Cuestión 10 como alumnos, (Me gustaban las salidas al medio natural) y la Cuestión 5 como profesor (Preparar estas salidas implica un mayor grado de conocimiento y experiencia como profesor)

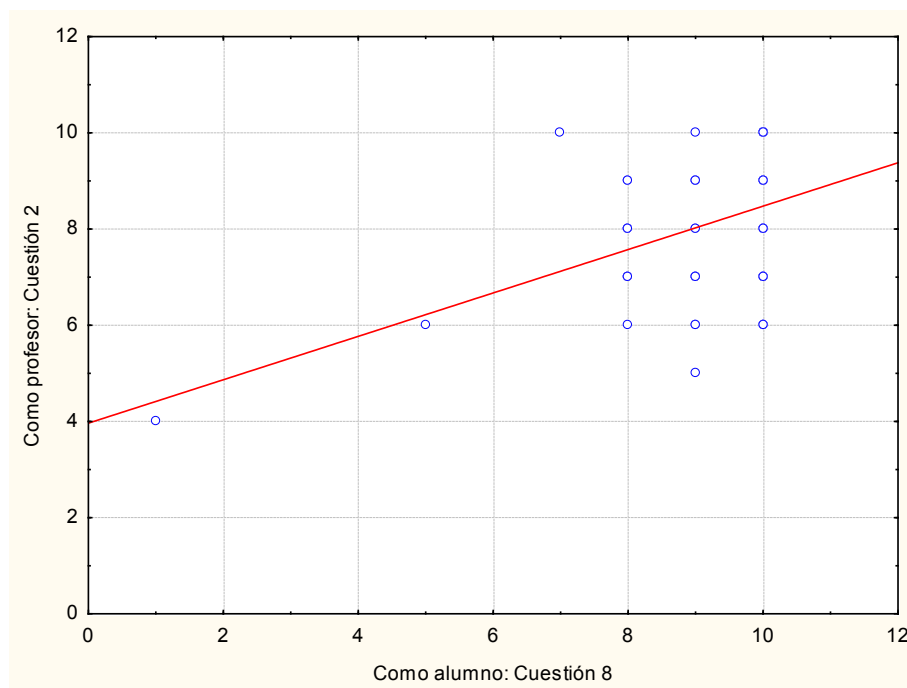


Figura 5: Correlación entre Cuestión 10 como alumnos, (Me gustaban las salidas al medio natural) y la Cuestión 2 como profesor (El esfuerzo invertido de tiempo, de dinero y de material se recompensa con la mejora que la salida al medio natural supone en la enseñanza-aprendizaje)

CONCLUSIONES

Las salidas al medio natural constituyen una actividad muy importante en la enseñanza-aprendizaje de la biología, y los profesores en formación también las consideran como tales. Sin embargo estas actividades no son igualmente valoradas en su propia experiencia estudiantil, y para muchos de ellos no tuvieron gran importancia en su aprendizaje de estas materias. Se demuestra que esta situación se produce en los profesores en formación y que ambas cuestiones están relacionadas. Estas circunstancias deberían tenerse en cuenta en la formación inicial de profesores. De esta manera, la experiencia como estudiantes debería contemplarse en la formación que reciben los futuros profesores de secundaria en los Máster Universitarios en Formación del Profesorado en Educación Secundaria

En este sentido, a la hora de abordar esta problemática en la enseñanza-aprendizaje de la Biología y Geología con respecto a las salidas al medio natural se necesitan más estudios. Estos estarían dirigidos a analizar estas situaciones y a promover actuaciones encaminadas a que estas actividades colmen las expectativas de los profesores que las diseñan y mejoren el proceso de aprendizaje de los alumnos que en ellas participan. Al respecto, programas metacognitivos de investigación-acción (Mellado et al., 2009) pueden ser una herramienta fundamental.

BIBLIOGRAFÍA

Amórtegui, E.; Correa, M. & Valbuena, E. (2010). Aporte de las prácticas de campo a la construcción del conocimiento profesional de futuros profesores de Biología. *Proceedings of II Congr s Internacional de Didactiques. Girona.*

- Borrachero, A. B.; Brígido, M & Costillo, E. (2011). Concepciones sobre la ciencia de los alumnos del CAP., futuros profesores de Educación Secundaria. *Campo Abierto*, 30, 61-80.
- Bitgood, S. (1989). School field trip: an overview. *Visitor Behavior*, 4(2), 3-6.
- Falk, J. H. (1983). Field trips: A look at environmental effects on learning. *Journal of Biological Education*, 17(2), 137-142.
- Costillo, E.; Brígido, M; Bermejo, M. L.; Conde, M. C. & Mellado, V. (2010). *Las emociones de futuros docentes de Secundaria sobre cuestiones relacionadas con la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. Comunicación presentada en el XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Baeza (Jaén).
- Costillo, E.; Cañada, F.; Conde, M. C. & Cubero, J. (2011). *Conceptions of prospective teachers on nature field trips in relation to own experiences as pupils*. Comunicación presentada en la 9th Conference of the European Science Education Research Association. Lyon, Francia.
- Hurley, M. M. (2006). Field Trips as Cognitive Motivators for High Level Science Learning. *The American Biology Teacher*, 68(6), 61-66.
- Mellado, V.; Conde, M. V.; Brígido, M.; Costillo, E.; Ruiz, C.; Bermejo, M. L. & Fajardo, M. I. (2010). The educational change in science teachers. In A.D. Henshall & B.C. Fontanez (eds.). *Educational Change* (pp. 61-83). New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Meredith, J. E.; Fortner, R. W. & Mullins, G. W. (1997). Model of affective learning for nonformal science education facilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), 805-817.
- Michie, M. (1998). Factors influencing secondary science teachers to organize and conduct field trip. *Australia Science Teachers Journal*, 44(4), 43-50
- Porlán, R.; Martín, M. R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcárate, P. & Piazzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Rudmann, C. L. (1994). A review of the use and implementation of science field trips. *School Science and Mathematics*, 94(3), 138-141.
- Shulman, L. S. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In M. C. Wittrock (ed), *Thrid Handbook of Research on Teaching* (pp. 3-36). New York: Macmillan.

Análisis del Origen de Concepciones Alternativas, en Internet, entre los Conceptos de Aparato y Sistema en Anatomía y Fisiología

Cubero J, Costillo E, Calderón MA, Ruiz C

Laboratorio de Educación para la Salud. Área de Didáctica de Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura

jcubero@unex.es

RESUMEN

Las *concepciones alternativas*, son estructuras cognitivas que interaccionan y ejercen una función esencial en la enseñanza. Su origen se puede producir a partir de fuentes inexactas contenidas en ciertos libros de texto, o como ocurre actualmente a través de internet, y cuya correcta reestructuración nos sirven para mejorar el aprendizaje. En la enseñanza de las Ciencias Biosanitarias, dentro del área de la *Fisiología* y la *Anatomía*, existen conceptos básicos que su incorrecto tratamiento originan las citadas *concepciones alternativas*, como son los conceptos elementales y diferentes de *Sistema* y *Aparato*. Estos se difunden precozmente y de forma errónea a través de internet. Por ello, nuestro trabajo de investigación fue analizar todos los contenidos relacionados en la red. Nuestros convincentes resultados de búsqueda, muestran un uso no arbitrario de ambos conceptos, así como un uso incorrecto en internet. Por todo ello, queremos advertir de la existencia de estos contenidos conceptuales inexactos, que si no son reestructurados pueden retardar el aprendizaje científico biosanitario.

Palabras clave: concepciones alternativas, internet, anatomía, fisiología, educación.

INTRODUCCIÓN

Las concepciones alternativas en el aprendizaje científico y su reestructuración

Las *concepciones alternativas* son originadas y transmitidas, por contaminación conceptual a partir de fuentes inexactas de aprendizaje, como son: libros de textos con contenidos conceptuales incorrectos, imprecisiones del docente, información errónea procedente de internet, etc. (Wanderse, 1993; Kaufman *et al.*, 2008)

Así a partir del estudio, principalmente, de estos errores conceptuales y apoyándose en el modelo de enseñanza constructivista, recordando que debe aprovecharse la perspectiva social de dicho constructivismo, se puede crecer en el proceso de aprendizaje científico (Duit & Treagut, 1998, Scott, Asoko & Leach, 2007)

El cambio conceptual de estos errores es mal interpretado, e invita a multitud de errores ya que se piensa en un cambio drástico de ideas viejas por ideas nuevas, y esto no es del todo cierto (Driver, 1986), números estudios demuestran que ambas ideas: viejas y nuevas conviven en lo que se denominaría periférico cambio conceptual, caracterizado por ideas híbridas. Ya que la extinción de las viejas ideas no sólo es imposible sino que es indeseable, ya que así en el aprendizaje podremos distinguir los viejos de los nuevos

contenidos aprendidos (Chinn & Brewer, 1993, Mellado & Carracedo, 1993; Pozo 1999; Vosniado, 2008; Linn, 2008).

Las condiciones necesarias para promover el cambio conceptual de los alumnos, (Posner *et al.*, 1982) son principalmente dos: Una que el alumno esté insatisfecho con sus ideas. Y la segunda que las ideas resulten para el alumno verosímiles y útiles.

Las ideas equivocadas y sus cambios es una tarea compleja, basada en el cambio conceptual (Driver, 1986), a través de una secuencia de 5 fases de aprendizaje:

La primera es la del *Análisis previo* o *Diagnóstico*, ya que es necesario conocer, antes de iniciar el tema a explicar lo que piensan los alumnos, al menos sobre los aspectos más significativos de la misma, seguida de las de:

Orientación: Destinada a despertar la atención y el interés de los alumnos por el tema.

Explicación: Consiste en la exposición de los alumnos de sus ideas.

Reestructuración: es la fase más importante a la vez que complicada, y es donde han de modificarse las ideas de los alumnos por medio de diferentes estrategias que pueden incluir el uso combinado de contraejemplos o actividades destinadas a provocar insatisfacción con las propias ideas, modelos y analogías, etc. Dentro de esta fase se incluirán diversas oportunidades para que los alumnos apliquen sus concepciones revisadas.

Y por último, la fase de *Revisión del cambio de ideas*: Se trata de comparar las nuevas ideas con las iniciales, ya que el cambio conceptual conseguido es en algunos casos ilusorio o poco duradero, como lo demuestra el hecho de que poco tiempo después del “tratamiento”.

Concepciones alternativas en Fisiología y Anatomía; el problema del cambio conceptual entre Aparatos y Sistemas.

En este apartado nos centraremos dos conceptos científicos de gran relevancia en *Anatomía y Fisiología*: como son los de *Aparato* y *Sistema*. Y cuyo uso incorrecto y descripción negativa, tanto en las disciplinas de ciencias así como de ciencias de la salud, genera concepciones alternativas que dificultan el aprendizaje del alumnado (De Manuel y Grau, 1996, Wandersee, Mintzes, Novak, 1999, Rosell *et al.*, 2004.).

Así, junto a este aprendizaje contradictorio transmitido, principalmente, desde ciertos libros de texto de educación primaria y secundaria, tampoco podemos obviar la sociedad digital en que nos desarrollamos. Donde el uso de información biosanitaria errónea, procedente del mal uso en la búsqueda de contenidos en internet, genera también contaminación conceptual y por consiguiente *concepciones alternativas* que no sólo acarrearán un aprendizaje incorrecto, sino llegado al caso inclusive hasta problemas en la salud (Kaufman *et al.*, 2008).

Para delimitar nuestro problema y diferenciar ambos elementales conceptos científicos, comenzaremos por definirlos (Masson, 1998): Comenzaremos por el de *Aparato*: “definido como el conjunto de partes u órganos, que actúan para realizar una misma función”. Y por último *Sistema* como: “Parte u órganos semejantes, compuestos de un mismo tejido y dotado de funciones del mismo orden”.

Queda claro que son definiciones que pueden llevar a error y más si son utilizadas durante el aprendizaje por personal docente no experto y no se acompañan, además, como muchas veces sucede, por valiosos ejemplos que más adelante en la fase de *Reestructuración* pasaremos a clarificar y discutir. Así, existen, creencias (Fontes &

Duarte, 1992) y bibliografía científica aunque no ampliamente especializada, donde son utilizados de forma inexacta y por lo tanto desacertada (Rosell *et al*, 2004).

La diferencia clave entre ambos conceptos básicos; *Aparato* y *Sistema*, estriba en que *Aparato* es un concepto más global y amplio desde el punto de vista anatómico, el cual se centra principalmente en aglutinar las partes y órganos vitales que ejecutan una única función fisiológica específica. En cambio, el concepto de *Sistema* se centra y delimita a un conjunto de órganos y partes anatómicas que ejecutan una misma función, pero además constituido por un mismo y único tejido histológico.

Es aquí cuando nos referimos “*conjunto de órganos*” donde se encuentra el origen ya que se forma un atajo que al simplificar el concepto produciendo la concepción alternativa. Y es en “*un único tejido*” y en “*diferentes tejidos*” donde se debe centrar el cambio de concepciones.

Por todo lo descrito, nuestro objetivo ha sido estudiar y analizar los contenidos de *Aparato* y *Sistemas*. Así como explorar las diferencias cuantitativas y cualitativas, que podemos encontrar en internet para estos dos conceptos elementales. Ya que para aprender ciencias basándonos en el modelo de enseñanza del constructivismo, debemos apoyarnos en un aprendizaje social es decir; aportando diferentes contextos como los: digitales, museos, televisión educativa y por supuesto internet (Gilbert & Boulter 1998, Scott, Asoko & Leach 2007).

METODOLOGÍA

Análisis de contenidos en internet:

La exploración de contenidos en la red, dado los diferentes buscadores científicos existentes, se estableció (Pro Bueno, 2009; Morales *et al*, 2004, Viñaseñor *et al*, 2007) siguiendo las pautas siguientes:

1. Seleccionar el buscador: dado el perfil de análisis requerido y en base a la metodología seguida, se elige a *Google Scholar*.
2. Definir los términos de búsqueda avanzada: Los cuales fueron 8 términos independientemente, compuestos por una de las dos palabras siguientes: *Sistema* o *Aparato*, junto a las cuatro posibles diferentes variedades de: Respiratorio, Circulatorio, Reproductor y Locomotor.
3. Definir los criterios de clasificación y evaluación: Dicha búsqueda se fijó a textos de artículos así como a su título. Y a lo largo de un periodo de los 10 últimos años, 2001-2011, así como a lo largo de este último año 2011.

RESULTADOS

En los contenidos en internet:

Referente a la búsqueda y análisis de nuestros conceptos en la red, los resultados obtenidos se muestran reveladores y muy clarividentes. Respecto a la búsqueda en artículos de internet de dicho términos (Figura 1), a lo largo de los últimos 10 años, podemos indicar que el término *Aparato* se encuentra en mayor número de artículos. Siendo el término de *Aparato digestivo* (18.300 artículos), el que en mayor presencia se refleja, seguido del de *Aparato circulatorio* (14.900 artículos), *Aparato respiratorio* (13.000 artículos), frente respectivamente, a los de *Sistema digestivo* (5.940 artículos), *Sistema respiratorio* (3.920 artículos) y *Sistema circulatorio* (2.740 artículos). Y por

último, en un menor número los de *Aparato locomotor* (3.430 artículos) y *Aparato reproductor* (1.680 artículos), las cuales siempre fueron superiores a las de *Sistemas locomotor* (719 artículos) y *Sistema reproductor* (1090 artículos).

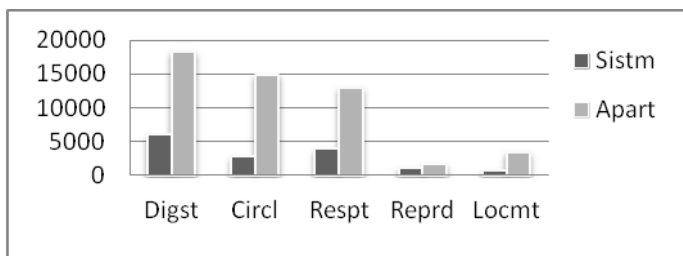


Figura 1.- Número de Artículos localizados en internet, con los términos científicos descritos, durante el periodo 2001-2011.

Respecto a la búsqueda de artículos en el último año 2011, podemos indicar (Figura 2) que se mantiene la pauta anteriormente descrita. Ya que la presencia de *Aparato* es mayor que la *Sistema*, siendo igualmente los términos mayoritarios los de: *Aparato digestivo* (911 artículos), *Aparato circulatorio* (660 artículos), *Aparato Respiratorio* (373 artículos) frente, respectivamente a los de *Sistema digestivo* (158 artículos), *Sistema circulatorio* (80 artículos) y *Sistema Respiratorio* (137 artículos).

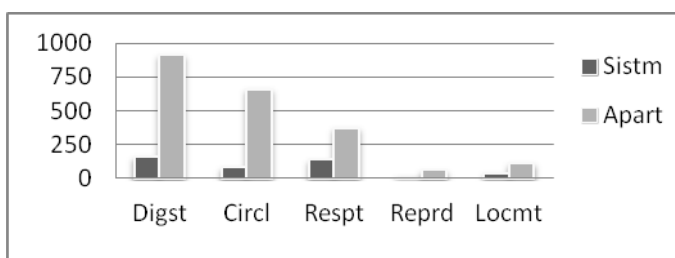


Figura 2.- Número de Artículos localizados en internet, con los términos científicos descritos, durante el periodo 2011.

Referente a las búsquedas de títulos de artículos con los términos en cuestión, podemos indicar que el periodo de 2001-2011 (Figura 3), se mantiene también la pauta anteriormente descrita, ya que la presencia de *Aparato* es mayor que la de *Sistema*, a excepción del término *Sistema Circulatorio* (15 títulos) que es mayor que el de *Aparato circulatorio* (8 títulos). Y siendo los términos mayoritarios los de: *Aparato digestivo* (151 títulos) y *Aparato locomotor* (135 títulos). Mientras que a lo largo del último año 2011 (Figura 4), el número de títulos con los términos encontrados es mínimo, manteniendo el valor de la unidad en los títulos entre *Aparatos* y *Sistemas*.

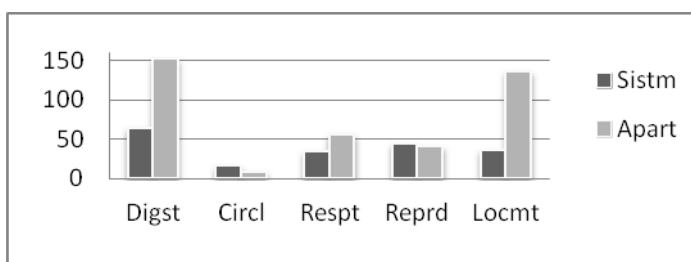


Figura 3.- Número de Títulos localizados en internet, de artículos con los términos científicos descritos, durante el periodo 2001-2011.

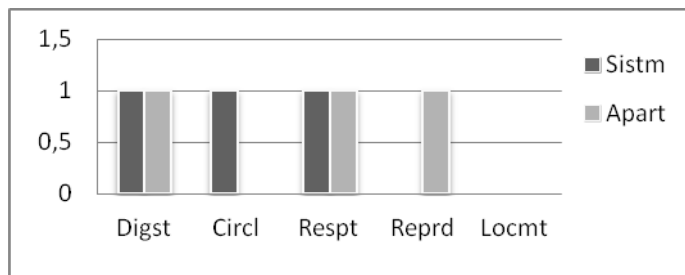


Figura 4.- Número de Títulos localizados en internet, de artículos con los términos científicos descritos, durante el periodo 2011.

Discusión

Podemos afirmar que la principal causa y fuente de este problema estriba en la transmisión negativa que se produce en determinados libros de texto, junto con la insistente información procedente de búsquedas incorrectas en internet, y no por las denominadas *creencias populares* o lo que es decir ideas inexactas como suele ocurrir con otros conceptos elementales científicos (Wandersee, Mintzes, Novak, 1999), y en particular en el ámbito *biosanitario* como son: los de *genética*, *respiración* (Banet y Nuñez 1995, 1996) y *enfermedad transmisible* (Díaz et al, 2000).

Retomando al cambio de *concepciones alternativas* y su *reestructuración* de ideas, ésta se producirá como consecuencia de la construcción de aprendizajes del estudiante, fomentado el trabajo individual como en equipo y propiciando la reflexión de contenidos. La mejor forma de obtener información inicial es preguntando al alumnado, sobre la típica función de la *Nutrición*, y el proceso de *Digestión* (Banet y Nuñez, 2006a,b, Reyes y López, 2009) el cual se ha utilizado sistemáticamente de forma errónea, aclarando que dicho proceso es realizado, sin ninguna duda, por un *Aparato* y no como se enseña en comprobadas ocasiones: por un *Sistema*, ya que todos los órganos que los ejecutan no son “*del mismo tejido*”. Aclarar que en dicho *Aparato Digestivo* nos encontramos formando parte de sus *órganos* desde tejido glandular junto a mucoso y muscular liso, además de tejido dentario y muscular estriado esquelético. En resumen, diferentes tejidos y por lo tanto, cerrando la posibilidad de clasificarlo como *Sistema*.

En caso de que se cometiera este error, los siguientes se producen repetidamente, por ejemplo llamando *Sistema Circulatorio* cuando debe ser *Aparato*, etc. Una vez diagnosticado e identificado dicho error conceptual lo aprovecharemos como concepción alternativa que lleva a cometerlo (Scott, Asoko, Leach 2007). Y abordaremos la etapa más importante a la vez que determinante, la *reestructuración*.

Para comprender cómo se relaciona la *fisiología* y la *anatomía*, debemos examinar primero las partes que forman el cuerpo humano. En el nivel más bajo, los *átomos* de los *elementos* se unen para formar *moléculas*. La unidad estructural más pequeña capaz de llevar adelante los procesos vitales es la *célula*. Así, los grupos de células que llevan a cabo funciones relacionadas se conocen como *tejidos*. Y los tejidos forman unidades funcionales y estructuras llamadas *órganos*, y los grupos de órganos integran sus funciones para crear *Aparatos* y *Sistemas* (Silverthon, 2007).

Incidir además, que la formación inicial de los docentes puede ser también unos de estos obstáculos, ya si estos profesores no cuentan con los idóneos conocimientos científicos. El bajo conocimiento en estos contenidos, pueden provocar que el profesor posea también *concepciones alternativas* sobre conceptos claves (Mellado et al, 1999), lo que

hace que tenga más dificultades en diagnosticar las concepciones alternativas, además de dificultar el aprendizaje de los alumnos.

Siguiendo en la progresión de esta formación científica, utilizaremos para ello, una serie de ejemplos y contraejemplos, como estrategias didácticas eficaces que servirán de elementos constructores del cambio conceptual.

Comenzaremos por los de *Aparato*: cuyo ejemplos típicos son los de Digestivo, Circulatorio (Cardiovascular), Genito-Urinario (y no excretor), Respiratorio, Reprodutor, Locomotor, Biliar, además de los de Sensitivos: Visual, Aditivo, Olfativo, Gustativo y Táctil.

Y los de *Sistema* como los de: Nervioso (Central y Periféricos), Endocrino, Inmune, Tegumentario (Piel), Musculo-esquelético, Vascular. Pero no Circulatorio, ni Digestivo ni Respiratorio ya que estos están formados por diferentes tejidos y por lo tanto son *Aparatos*.

Por último, como estrategia para este aprendizaje y para terminar de generar una óptima *reestructuración*, se recomienda el diseño y la elaboración de un valioso esquema conceptual (Novak, 1991, Ariza *et al*, 2009).

Dicho aprendizaje a esta edad, entorno a los 15 años, ya se ejecuta a través de un modelo mecanicista, dejando atrás ideas más triviales y poco evolucionados como las vitalistas (Wandersee, Mintzes, Novak, 1999, Inagaki y Hatano, 2008). Pudiendo abordarse a partir de dichos conceptos otros relacionados de mayor complejidad como por ejemplo, el de *Enfermedad transmisible* (Diaz *et al*, 2000).

Por todo ello, estos conceptos elementales de *Sistema* y *Aparato*, deben quedar fijados correctamente, de lo contrario en etapas superiores afectará seriamente al aprendizaje en asignaturas relacionadas con el funcionamiento de los seres vivos, el cuerpo humano, y por supuesto la salud (Kaufman *et al*, 2008, Cubero *et al*, 2011). Una y posiblemente la mejor herramienta, es la correcta utilización de los valiosos ejemplos, los cuales aclaran y sirven como estrategia de mayor utilidad en el desarrollo cognitivo (Hewson y Thorley, 1989), creciendo así la nueva concepción, mientras la antigua disminuye, sin olvidar la entrada en contradicción con la que ya se tiene (Carrascosa, 2005a, b).

Concluimos indicando que nuestros resultados de análisis de contenidos en artículos científicos en internet, muestran un uso no correcto de los conceptos elementales *Sistema* y *Aparato*. Por ello, queremos advertir la existencia de estos contenidos conceptuales inexactos, contaminando las *concepciones alternativas* en el alumnado, y que si no son *reestructuradas* pueden retardar el aprendizaje tanto en las etapas iniciales (Reyes y López, 2009), como superiores de la enseñanza (Ariza *et al*, 2009) científica *biosanitaria*.

Agradecimientos

Al Plan I.D.T.I de la UEx, 2010. *Acción VII. Proyectos de Iniciación a la Investigación y el Desarrollo Tecnológico*. Consejería de Salud. Junta de Extremadura. Vicerrectorado de Investigación, Innovación e Infraestructura Científica. UEx.

BIBLIOGRAFÍA

Ariza DL, Yaber IA, Muñiz JL, Hurtado JS, Figueroa RE. (2009). Los mapas conceptuales como estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes de ciencias de la salud. *Revista Salud Uninorte*. 25, 1-12.

Banet E y F Núñez (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimiento de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias* 13, 2, 137-153.

Banet E y F Núñez (1990). Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. *Enseñanzas de las Ciencias*, 8(2), 25-44.

Banet E, y F Núñez (2006a). Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana. *Ciencias Antología*. 1^{er} Taller de Actualización sobre Programas de Estudios. México D.F. Secretaría Educación Pública. 59-68.

Banet E y F Núñez (2006b). *Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación*. *Ciencias. Antología*. Primer Taller de Actualización sobre Programas de Estudios. Secretaría de Educación Pública. México D.F. 79-84.

Cubero J, Calderón M, Costillo E, Ruiz C (2011). La educación para la salud en el espacio europeo de la educación superior. *Publicaciones*. 41, 51-64.

Carrascosa J. (2005) a. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*. 2, 2, 183-208.

Carrascosa J. (2005) b. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*. 2, 3, 388-402.

De Manuel J y R Grau (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique*. 7, 53-63.

Díaz R, López R, Albuín G, García A, Nogueira E, J Garcia. (2000). Ideas de los alumnos en torno a conceptos relacionados con la enfermedad transmisible. *Alambique*. 25, 1-8.

Domingo-Grillos P, Reis-Grilo C, Ruiz C, V Mellado. (2011). An Action-Research Program with Education Teachers on Learning Photosynthesis. *Biology Education*. En prensa.

Driver R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4, 1, 3-15.

Duit R, Treagust DF. (1998). Learning in Science. 5. 3-23. *International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series*. Edc. Kluwer. Gran Bretaña.

Fontes MA, Duarte MC. (1992). Creencias populares y enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 10,1, 89-93.

Hewson PW y Thorley NR. (1989) .The conditions of Conceptual Change. *Journal of Science Educ*. Especial issue, 11, 541-553.

Inagaki K, Hatano G. (2008). Conceptual change in naïve biology. *International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series*. 9, pp. 240-262. New York. Routledge

- Kaufman DR, Keselman A, Patel VL. (2008). Changing Conceptions in Medicine and Health. *International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series*. 11, pp. 295-327 New York. Routledge.
- Linn M. (2008). Teaching for conceptual change: distinguish or extinguish ideas. *International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series*. 27, pp. 694-720. New York. Routledge.
- Mellado V, y D Carracedo. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de la ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 11, 3, 331-339.
- Mellado V, Blanco L, C Ruiz. (1999). Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía. *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado*. Badajoz: ICE. UEX.
- Morales L, Montes M, Rosso P, Villaseñor L, J Acevedo. (2004). *Evaluación de los contenidos educativos de nivel básico en internet*. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.
- Novak, J. D. (1991). Clarify with concept maps. *The Science Teacher*. 58, 7, 45-49.
- Pro Bueno A. (2009). El estudio de los materiales en los libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo. *Didácticas de las Ciencias Experimentales* 59, 79-92.
- Reyes L y A López. (2009). Estrategia didáctica para transformar las concepciones de los niños preescolares sobre los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*. 13, 3468-3475.
- Pro Bueno A. (2009). El estudio de los materiales en los libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo. *Alambique*. 59, 79-92.
- Pozo J. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. 17,3, 513-520.
- Posner GJ, Strike KA, Hewson PW y WA Gerton (1982). Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66,2, 211-277.
- Rosell W, González B, Cué C, Dovale C. (2004) Organización de los sistemas orgánicos del cuerpo humano para facilitar su estudio. *Educación Médica* 18, 3.
- Scot P, Asoko H, Leach J (2007). Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. *International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series*. 2.31-56-209. Edc. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.USA.
- Silverthorn DU. (2007). *Fisiología Humana. Un enfoque integrado*. Buenos Aires. Panamericana.
- Villaseñor L, Montes M, López A, Morales L, Coyotl R, V Tellez. (2007). Recopilación y estructuración automática de contenidos educativos digitales a partir de la Web. *Reseñas de investigación en educación básica*. México. Secretaria Educación Pública.
- Vosniadou S. (2008). *International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series*. Edc. Routledge. New York.
- Wandersee JH, Mintzes JJ, Novak JD (1993). Research on alternative conceptions in science. *International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series*. 5, pp. 177-209. Edc. Routledge. New York.

Previsiones y valoración de los maestros en formación sobre la indagación en la educación primaria

De la Gándara, M., Gil Quílez, M.J., Cortés, A.L., Calvo Hernández, J.M. y Martínez Peña, M.B.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza

mgandara@unizar.es

RESUMEN

Se presentan los resultados de analizar las declaraciones de los estudiantes de la Diplomatura de Maestro de Primaria, en respuesta a tres encuestas acerca de la indagación, realizadas a lo largo del último curso de la carrera. Antes de iniciar sus estudios destacan el alto valor teórico de la indagación para el aprendizaje de las ciencias. Tras haberse enfrentado, como futuros maestros a situaciones de indagación, ponen de manifiesto las dificultades que hipotéticamente tendrían para transponerlas al aula de primaria. Finalmente durante su experiencia en el *Practicum*, se constata la práctica inexistencia de esta metodología en la escuela. La principal dificultad para indagar con el alumnado de Primaria estaría no en la falta de competencias profesionales sino en la del alumnado de primaria. Se infiere que los conocimientos de ciencias no parecen necesarios para ser un buen maestro ni que la indagación contribuya al aprendizaje de los mismos.

Palabras clave

Indagación, Formación del Profesorado.

INTRODUCCIÓN

Se suele aludir al término “indagación” (*inquiry*) para hacer referencia a una forma de hacer ciencia en la escuela. Desde la investigación en didáctica de las ciencias se percibe una clara apuesta por plantear una ciencia que enseñe desde las primeras etapas educativas a pensar, hacer, hablar, regular los propios aprendizajes y a trabajar en interacción (Cañal, Criado, Ruiz y Herzel, 2008). Es decir, se apuesta por aplicar metodologías de indagación en la escuela, ya desde la Primaria.

Diversas investigaciones señalan que el profesorado de los niveles elementales presenta una formación en las materias “científicas” muy diversa y sesgada, con numerosas carencias y modelos alternativos sobre determinados tópicos que dificultan una adecuada construcción del conocimiento didáctico del contenido (Porlán, Martín del Pozo, Rivero, Harres, Azcárate y Pizzato, 2010). En relación con las competencias de los maestros en formación, se han señalado sus dificultades para valorar y adaptar materiales educativos, así como para construir y resolver problemas de ciencias en contextos de indagación en el aula (Cortés y De la Gándara, 2006; Duncan, Pilitsis y Piegaro, 2010). Incluso cuando se investiga sobre el profesorado en ejercicio, Furtak y Alonzo (2010) señalan que los maestros prefieren centrar sus clases en el marco teórico y procedimental, relegando la actividad experimental sólo

cuando se trata de motivar a su alumnado, mostrando una ciencia para divertir y asombrar y no tanto para lograr aprendizajes sobre contenidos científicos.

Parece necesario promover procesos de investigación didáctica y de formación del profesorado que permitan su aplicación en las aulas de primaria de manera que esta apuesta no quede en una mera declaración de principios (Gil Quílez, Martínez, De la Gándara, Calvo y Cortés, 2008).

En un trabajo anterior (Cortés et al, 2012) se investigó cómo concebían la enseñanza de las ciencias los futuros maestros, qué habilidades se requerían y qué posibilidades reales veían para transponerlo al aula de primaria. En esta ocasión y como continuación de dicho trabajo, analizamos las concepciones de maestros en formación acerca de la enseñanza de las ciencias por *indagación*, planteándonos las siguientes cuestiones: ¿Qué aspectos valora el profesorado de Educación Primaria en formación respecto a la enseñanza de las ciencias por indagación dirigida?, ¿cómo evolucionan dichas valoraciones a través de la formación en las aulas universitarias? y ¿qué dificultades manifiesta el profesorado en formación en la aplicación de propuestas docentes de indagación dirigida?.

MARCO TEÓRICO

Desde un punto de vista epistemológico, la indagación se refiere a un proceso de planteamiento de preguntas, propuestas de estrategias para responder a estas preguntas, obtener datos, analizar e interpretar esos datos que permitan construir conclusiones, comunicar las conclusiones y ver si responden a la pregunta de partida. Por último, proponer nuevas cuestiones derivadas de esta investigación (Sandoval, 2005). El grado de apoyo que requiere el alumno por parte del profesor, nos lleva a considerar la indagación en la escuela, como una “indagación dirigida”, en la cual no se trabajan necesariamente cada una de las operaciones que describen el proceso de indagación realizado por los científicos (Anderson, 2002; Chinn & Malhotra 2002).

Desde la Teoría de la Transposición Didáctica, todo contenido de las clases de ciencias es el resultado de una decisión acerca de qué tratamientos convendría dar a unos saberes elaborados por los científicos para que puedan “vivir” en el aula (Chevallard, 1985). Estas decisiones afectarían tanto al cuerpo de contenidos seleccionados como al contexto en el que el profesorado considera que su alumnado puede apropiarse de los problemas, primero, para construir en respuesta un saber final, es decir, para aprender ciencias. A ese contexto, lo denomina “medio” didáctico.

Desde la investigación en didáctica de las ciencias, la indagación en la escuela, a diferencia de la investigación que realizan los científicos, se refiere a un trabajo por parte del alumnado para buscar una respuesta a una *pregunta o cuestión* que el profesorado ha provocado, acerca de un fenómeno o un acontecimiento. Las decisiones o estrategias aplicadas por el alumnado para responder a esa cuestión, pueden ser variadas, según los participantes, lo que da entrada a un proceso clave en la construcción de cualquier saber científico, como es explicitación de razones que permitan comprender una o más conclusiones, coherentes con los datos obtenidos y con el marco teórico inicial. El contenido de estas conclusiones, darán fe de cuáles son los aprendizajes conseguidos, tanto en el ámbito conceptual como los demás campos del saber: actitudinal y procedimental.

Desde el modelo de la *uve heurística* (Novak y Gowin, 1988), la naturaleza del problema podría identificarse analizando el plano de *los acontecimientos o fenómenos* que se presentan a la clase, el del *marco teórico* del alumnado que se enfrenta a la situación y el de la *acción*

que hace posible establecer una relación, un razonamiento, entre lo que se percibe, lo que se decide hacer y cómo interpretar los resultados obtenidos tras la aplicación de una estrategia de resolución particular.

METODOLOGÍA

Para este trabajo se pasaron tres encuestas a estudiantes de la Diplomatura de Maestro de Educación Primaria en tres momentos clave de su formación. Nos referiremos a ellas respectivamente como Encuesta-1, Encuesta-2 y Encuesta-3. El tamaño de las muestras varían en función del número de estudiantes presentes en cada momento del curso.

La *Encuesta-1* se realizó a principio del curso a 85 estudiantes de Maestros de Educación Primaria, para conocer qué criterios utilizarían para identificar una actividad de indagación, frente a otro tipo de actividades y qué papel puede tener la indagación en el aprendizaje de las ciencias. Era el primer contacto con el profesorado del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, antes de iniciar el desarrollo de las asignaturas correspondientes.

La *Encuesta-2* se realizó al acabar el curso, para ver cómo habían variado sus puntos de vista acerca los tópicos anteriores (89 estudiantes). Por tanto, en cierta medida pretendíamos evaluar la incidencia de nuestro trabajo docente en la construcción de determinados modelos en el alumnado. Durante el curso habían realizado actividades de indagación y teorizado sobre la enseñanza y aprendizaje por indagación.

La *Encuesta-3* Se realizó al finalizar las prácticas escolares, para conocer si aplicaban una enseñanza por indagación en el aula de primaria, cómo percibían la enseñanza y aprendizaje de la misma, y finalmente las dificultades encontradas en un escenario real como es la escuela. En este caso contábamos sólo con 52 estudiantes, ya que el profesorado del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales sólo coordina, y por tanto puede hacer un seguimiento detallado, a unos pocos estudiantes de EP.

Todas las preguntas se formulan de forma abierta, con el fin de dar prioridad y libertad a su propia forma de expresarse. Para el análisis de las respuestas a la Encuesta-1 y a la Encuesta-2, se procedió a una categorización de las respuestas, agrupando aquellas que mostraban características o significados similares según el criterio de los investigadores. En cambio, para el análisis de la Encuesta-3, al referirse a acontecimientos observados, las categorías se construyen desde el modelo de la *uve heurística* (Novak y Gowin, 1988), intentando identificar cómo interaccionan el pensamiento y la acción para resolver una situación problemática sobre algún fenómeno o acontecimiento e integrando todo ello en el modelo de *Sistema Didáctico* de Chevallard (1985).

En las tres encuestas, las categorías no son excluyentes, por lo que, un estudiante puede estar incluido en varias categorías de respuesta para una misma pregunta.

RESULTADOS

Encuesta-1

¿Qué tipo de tareas realizadas por los niños y niñas crees que caracterizan una actividad de investigación en el aula de primaria?

Las respuestas a este ítem son muy variadas. La máxima frecuencia (38%) corresponde a la categoría *Se trabajan competencias específicas de ciencias*. Significa que no hay una idea lo suficientemente compartida, acerca de lo que configuraría una actividad de indagación en

primaria, lo que explicaría la dispersión de las respuestas y, por tanto, la escasa definición de qué significa para estos estudiantes una “actividad de indagación”. Este dato se refuerza si tenemos en cuenta que un 25% no precisan o no responden. Un 21% vienen a explicitar la vinculación de las actividades de indagación con la enseñanza y aprendizaje del medio natural, sin entrar en contenidos concretos, en la mayor parte de los casos. Menos frecuente (18%) es encontrar algo clave en las actividades escolares de indagación, como puede ser el tipo de interacción del alumno con los demás elementos del sistema didáctico: con el profesor, con el saber en juego y con el medio didáctico creado a tal efecto. Por último, un 14% nombran fines o metas educativas generales.

¿En qué te basarías para decir que unos niños de primaria están aprendiendo ciencias a través de pequeñas investigaciones en clase?

Ante esta pregunta, casi la mitad de los encuestados (48%) se refieren al *valor didáctico teórico*, sin que necesariamente estén ligados a una actividad de investigación. Es decir, lo que desde su teoría del aprendizaje, en general, se espera que ocurra. Desde esta teoría, está muy extendida la idea de que las “prácticas” son esencialmente de alto valor epistémico y, por supuesto, toda actividad de investigación es una actividad práctica. Incluso a veces se lo pasan bien. Esta categoría es la que mayor porcentaje de respuestas tiene, lo que indicaría que los futuros maestros de primaria otorgan a la investigación en el aula un alto valor como herramienta para construir conocimiento. Le sigue en importancia, la consideración de la *observación de la dinámica del proceso*, el día a día y en todo momento (39%) y un tercer indicador se refiere a *la obtención del resultado esperado* (30%). La mayoría de las veces parece que se refieren a “la respuesta correcta”, la preestablecida y, por tanto, este punto de vista podría estar alejada de un modelo de indagación y más próxima a un modelo de transmisión-recepción.

Encuesta-2

¿En qué consiste una actividad de indagación en clase de ciencias en primaria?

Los estudiantes han incorporado a su noción de indagación los tópicos más habituales relativos a *habilidades* que configuran una actividad de indagación desde la didáctica de las ciencias experimentales. Se observa una clara predominancia de la idea según la cual, en toda actividad de indagación está presente un *problema* que hay que resolver (casi el 54%), seguido de la *experimentación* (44%). En las respuestas rara vez explicitan quién plantea el problema, utilizando expresiones como: “*el profesor plantea un problema*” (lo menos frecuente), o en términos impersonales, como que “*se plantea un problema*” (lo más frecuente). Una proporción nada despreciable de estudiantes (12%) piensan que una actividad de indagación conlleva la *motivación del alumnado*: “*Es el propio alumno el que indaga sobre aspectos del entorno del alumno y que le llaman la atención ... Debe implicar a su vez interés por parte del alumno*”.

Lo que más se asocia con resolver un problema es que se trabaja siguiendo un *procedimiento experimental* (43%). Por el contrario son pocos los que piensan que en las actividades de indagación se apliquen conocimientos científicos (9%). Es la menos frecuente de las habilidades mencionadas, siendo clave en toda actividad que se precie de indagación, pues alude a la obligación de fundamentar todas las decisiones que se toman, impregnando el desarrollo de cada una de las demás habilidades, desde la comprensión del problema hasta la elaboración y aceptación de las conclusiones.

Este dato sería muy comprensible desde una óptica que adjudica al profesor la responsabilidad de ser él o ella quien plantea el problema y la estrategia de resolución, como sería el caso de las experiencias dirigidas, siguiendo un protocolo de actuación único para todo el alumnado. En una actividad de indagación, en cambio, las decisiones que tome el alumno para elaborar una respuesta dependerán de la existencia de un marco teórico-procedimental particular funcional que, de entrada, le permita comprender cuál es el problema que tiene que resolver, impregnando el desarrollo de cada una de las demás habilidades, desde la comprensión del problema hasta la elaboración y aceptación de las conclusiones.

¿Qué pueden aprender los niños de primaria a través de actividades de indagación?

Para una clara mayoría de los encuestados, la mayor contribución de esta metodología es al aprendizaje de *competencias generales* (65%). Nos referimos a aspectos que puede compartir la enseñanza de las ciencias con las enseñanzas de cualquier otra disciplina, como pedagogía, psicología en términos como los siguientes: : *“El niño reflexiona, desarrolla el pensamiento crítico y se vuelve más autónomo, desarrolla la capacidad de resolver problemas.”*

Se comprueba que apenas hay alusiones que nos permitan inferir que una actividad de indagación en la escuela pueda servir para construir conocimiento teórico científico. Cuando creamos la categoría *aprenden conceptos* en realidad se recogen aspectos muy ambiguos y generales como los siguientes: *“Contenidos diferentes, en función de la indagación concreta que haga. También procedimientos, ...”*. Lo más habitual, dentro de la escasez de este tipo de respuesta, es que hablen de “conocimientos”, sin precisar de qué tipo.

¿Qué dificultades podrían encontrar los niños de primaria para realizar actividades de indagación?

Finalmente queríamos conocer lo que los alumnos de Magisterio pensaban sobre la viabilidad de una enseñanza por indagación, después de haberla trabajado durante el curso. Como profesores e investigadores en Didáctica de las Ciencias consideramos que esta es *la* cuestión fundamental. Se requieren datos que puedan ayudar a comprender qué es lo que impide que este tipo metodología docente esté más extendidas en las aulas de primaria. Resulta sorprendente si se piensa que son las únicas prácticas docentes que reputan a la práctica científica como tal y que se proclaman con tan alto valor epistemológico para construir conocimiento científico en las aulas.

Mayoritariamente (77%) los futuros maestros señalan que la dificultad principal es que los alumnos de primaria no están preparados , o bien porque no tengan conocimientos previos suficientes (*“Los aprendizajes previos, los tipos de enseñanza que haya tenido cada alumno”*) o porque su actitud no sea adecuada (*“Están todavía muy acostumbrados a trabajar instruidos directamente por el profesor”*).

Las respuestas dan a entender que la indagación requiere un nivel de conocimientos previos que supera al exigible en esta etapa educativa. En estos casos, el profesorado en formación encuestado reproduce en gran parte las dificultades que experimentaron ellos mismos en la realización de sus actividades de indagación, en las que se medía fundamentalmente el grado de autonomía.

Así mismo la falta de recursos, es según los maestros en formación un obstáculo para implementar una metodología de indagación en el aula (45%). Lo que Chevallard (1985) denomina *medio* en el modelo de *sistema didáctico*, en las condiciones del aula en las que trabaja el alumnado de primaria. Se diría que los estudiantes consideran que este tipo de

actividades requieren condiciones que son posibles en la universidad pero no así en la escuela de primaria.

¿Qué tendrías en cuenta para evaluar el aprendizaje realizado en las actividades de indagación?

Finalmente los estudiantes encuestados consideran mayoritariamente (73%) que en actividades de este tipo la *evaluación* debe tener en cuenta *el proceso seguido*: “No sería tan importante que las conclusiones fueran correctas, sino que fueran capaces de realizar un proceso de investigación completo y extraer de él algún beneficio.” También con alta frecuencia (61%) se encuentra la idea de que las *actitudes o comportamientos* del alumnado ante el desarrollo de la actividad deben ser un indicador del aprendizaje: “La participación activa ... “El que fueran haciendo preguntas, el interés”.

Encuesta 3

Si has trabajado con los niños de primaria la indagación en clases de ciencias, señala con ejemplos qué puntos son los que efectivamente se han trabajado

Siguiendo la técnica de la *uve heurística* o de Gowin, Las categorías se establecieron teniendo en cuenta: a) *Contexto del problema*, b) *Conceptos y hechos implicados*, c) *Habilidades o competencias desarrolladas por el alumnado de primaria* y d) *Intervenciones del profesorado*.

Los maestros en formación que declaran haber tenido alguna oportunidad de aplicar propuestas de indagación, apenas suponen el 35% de la muestra, por lo que el análisis que sigue se refiere sólo a éstos.

Lo que más contemplan al exponer los “ejemplos” es las *habilidades desarrolladas por el alumnado* (83%). Este dato resulta coherente con el dato de la Encuesta-2 donde señalaban como foco de atención predominante el papel del alumno en el proceso. En estos ejemplos se citan, prácticamente todas las habilidades vertidas en la literatura científica sobre indagación. El problema es que es raro que alguien contemple más de dos o tres habilidades.

Para todos los encuestados un indicador de la indagación es dar *participación* al alumnado en algún momento de la actividad. Aunque tal participación pueda reducirse a pensar cuál es la respuesta adecuada o a resumir un proceso que ha “explicado” el profesor.

Las respuestas dan cuenta del papel del profesorado como quien planifica, diseña y organiza el funcionamiento del sistema didáctico. Es el profesor o la profesora quien decide qué actividad, cuándo y cómo ha de desarrollarse, adjudicando funciones al alumnado. A menudo se trata de experiencias supuestamente ilustrativas de algún principio teórico, como el sumergir la parte inferior de un clavel en agua coloreada para que los alumnos “comprueben” cómo toma la planta los nutrientes del suelo. En prácticamente todos los casos subyace una pregunta del profesor como motor de la actividad.

Si has trabajado con los niños de primaria la indagación en clases de ciencias, ¿Crees que han aprendido más que si hubiera trabajado con otra metodología? Especifica a qué aprendizajes te refieres

Ninguna respuesta nombra contenidos concretos de ciencias (ni conceptuales ni de técnicas o de habilidades), refiriéndose a los aprendizajes en términos tan generales como: *La experiencia mejora la calidad de los aprendizajes; favorece la reflexión; Promueve la autonomía del alumnado y favorece la motivación*. El 28% es la máxima frecuencia,

coincidiendo en este valor el número de los que afirman que este tipo de actividades mejora el aprendizaje y el de los que no responden a este ítem, habiendo respondido al anterior. Las demás categorías coinciden, dando una frecuencia del 11%.

Si no has trabajado con los niños de primaria la indagación en clases de ciencias, ¿qué dificultades has encontrado para plantear y desarrollar este tipo de actividades?

Las respuestas a este ítem reproducen la situación encontrada para la Encuesta-2, en el sentido de que las dificultades encontradas, más exactamente la justificación de porqué no han realizado actividades de indagación en el *Practicum* por causas ajenas al profesorado en formación.

Consideran que la indagación no es apropiada a niños muy pequeños (primer ciclo especialmente) o que no han tenido oportunidad de trabajar las ciencias, o el profesorado que les ha tutorizado no estaba por la labor. En este último caso, no sería un problema de incompetencia, sino de falta de recursos, principalmente del tiempo disponible.

DISCUSIÓN

En las dificultades que manifiesta el profesorado en formación, tanto en el diseño como en la aplicación de propuestas docentes de indagación dirigida, queda patente que no perciben los problemas y limitaciones que como futuros profesores tienen, es decir, lo que Cañal et al. (2008) denominan el “escaso conocimiento profesional del maestro sobre la temática a trabajar” unido a la “concepción del conocimiento escolar como proceso simplificado del conocimiento científico”. Su percepción es que los problemas son externos a ellos mismos, es decir, se encuentran en la capacidad del alumnado, en la falta de tiempo y en las condiciones que ofrece el centro. También se hace referencia a las pocas posibilidades de contravenir el contrato didáctico establecido por el tutor de Prácticas, pero no critican la metodología observada en el aula de Primaria.

Parece necesario abordar una cuestión epistemológica sobre la indagación en la escuela elemental. Uno de los criterios clave es el de la autonomía real de quien realiza la actividad. La *guía* que el profesorado en formación demanda en la escuela de primaria (según las encuestas) puede consistir simplemente en que el profesor se asegure de que sus alumnos (los indagadores) no se aparten del buen camino para llegar, mejor sin tropiezos, hasta la meta preconcebida. La descripción de la ayuda prestada por el profesor puede ser, sin duda, un elemento clave a la hora de definir un *modelo de indagación*, pues aportaría una idea clara acerca de las interacciones que tienen lugar entre el profesor, el alumno y el saber. Es decir, conocer qué decisiones adopta el profesor cuando diseña la actividad, durante su desarrollo y cuando evalúa los aprendizajes, desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales, contribuiría de forma muy valiosa para conocer cómo funciona el Sistema Didáctico en las actividades de indagación. Cuando el profesor diseña la actividad, ya piensa en cómo plantear una situación, en qué medio didáctico va a crear para que sus alumnos la afronten y favorezca el que emerjan sus dificultades y sus aprendizajes. Es decir, planifica qué tipo de ayuda está dispuesto a conceder.

En consecuencia, se hace imprescindible entrar materialmente en el aula, ver qué pasa, quién propone, quién toma las decisiones y en qué marco teórico y procedimental se realizan las acciones. En pocas palabras, cómo funciona el sistema didáctico en cada unidad didáctica. Habría que considerar los distintos intereses así como las presiones internas y externas que actúan sobre la práctica docente en las distintas etapas educativas, intrínsecamente conectados

a la historia y a la cultura de los dos grupos (profesores e investigadores universitarios, por un lado, y maestros de Educación Primaria, por otro) y que puede dificultar el trabajo conjunto de estos dos grupos.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por la Dirección General de Investigación, MEC (SE-J2007-65947/EDUC y EDU2011-27098). Grupo Consolidado de Investigación Aplicada “Beagle”, financiado por el Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Cañal, P., Criado, A. M., Ruiz, N. J. y Herzel, C. (2008). Obstáculos y dificultades de los maestros en formación inicial en el diseño de unidades didácticas de enfoque investigador: el inventario general de obstáculos. En M. R. Jiménez Liso (Ed.): *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 344-353. Almería: Ed. Univ. Almería.
- Chinn, C. A. y Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86, pp. 175-218.
- Chevallard, Y. (1985): *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Cortés, A. L. y De la Gándara, M., (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*. 25(3), 435-450
- Cortés, A. L., De la Gándara, M., Calvo Hernández, J. M., Martínez Peña, M. B., Ibarra Murillo, J., Arlegui de Pablos, J. y Gil Quílez, J. M. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias (en prensa)*
- 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, 81–102.
- Furtak, E. M. y Alonzo, A. C. (2010). The role of content in inquiry-based elementary science lessons: An analysis of teacher beliefs and enactment. *Research in Science Education*, 40(3), 425-449.
- Gil Quílez, M. J., Martínez, M. B., De la Gándara, M., Calvo, J. M. y Cortés, A. L. (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 63 (22,3), 81-100.
- Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona: ediciones Roca.
- 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
- Sandoval, W. A. (2005) Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89, 634-656.

EL DESARROLLO DE UNA ECOAUDITORÍA PARA TRABAJAR EL CONSUMO Y EL AHORRO ENERGÉTICO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

de Pro Bueno, A., Rodríguez Moreno, J.

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

CEIP Manuel Andujar. La Carolina (Jaén).

nono@um.es

RESUMEN

Un reto permanente de la Didáctica de las Ciencias es diseñar, concretar, poner en práctica y valorar actividades y unidades didácticas en aulas reales. La coherencia de una secuencia de enseñanza con unos determinados principios y planteamientos puede ser deseable pero desde luego no suficiente para que funcione; por tanto, es preciso investigar qué efectos produce en el aprendizaje de nuestros alumnos. En este trabajo, estudiamos el desarrollo de una actividad: una ecoauditoría sobre el consumo y ahorro energético en un colegio de Educación Primaria.

Palabras clave

Educación Primaria. Ecoauditoría. Consumo y ahorro de energía. Aprendizaje. Competencias Básicas

CONTEXTO DEL TRABAJO

La experiencia que vamos a comentar se sitúa en el contexto de un trabajo más amplio (Rodríguez, 2011), cuyo objetivo era diseñar, aplicar y evaluar una propuesta de enseñanza, planificada para un grupo de alumnos de 3er. ciclo de Educación Primaria en la asignatura del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural (MEC, 2006). La propuesta constaba de dos unidades didácticas: Consumo y Ahorro de la Energía, y Problemática del Uso de las Fuentes de Energía. Contenían 33 actividades diferentes. Una de ellas consistía en una ecoauditoría y a ella nos referiremos en este trabajo.

Características del grupo

Los alumnos pertenecían a 6º de Educación Primaria. El grupo estaba formado por 17 estudiantes (9 chicos y 8 chicas) de una localidad andaluza.

En relación con el área del Conocimiento del Medio, el grupo había obtenido una puntuación de 477.64 en la prueba diagnóstico de Andalucía (2008); además, casi el 60% obtuvo menos de 3 puntos sobre 6, es decir, muy por debajo a la media andaluza. Estos valores no resultaban sorprendentes ya que el rendimiento escolar en esta materia era bajo, mucho menor que Matemáticas y Lengua; gran parte de los suspensos del grupo se concentraban en esta asignatura. Globalmente, se podía hablar de unos niveles insatisfactorios de conocimientos.

Los motivos esgrimidos por el alumnado sobre unos resultados tan bajos eran que se trataba de una asignatura muy teórica, que muchas de las cosas que les explicaban no las

entendían, que era aburrida, que había que estudiar mucho, que los exámenes eran muy largos... El grupo tenía problemas en la comunicación lingüística, dificultades a la hora de comprender lo que leían y de expresarse (sobre todo, por escrito); utilizaban un lenguaje pobre y cometían muchas faltas de ortografía. Las limitaciones matemáticas existían pero eran mucho menores.

Características de la propuesta ensayada

La propuesta fue planificada y estudiada siguiendo la línea de otros trabajos (Pro y Rodríguez, 2010a). En el desarrollo de la primera unidad didáctica –Consumo y Ahorro de la Energía- las principales afirmaciones del conocimiento que tratamos de compartir con el alumnado fueron:

a) En nuestra vida cotidiana, la energía es un número asociado a “algo”. La energía se pone de manifiesto cuando hay una transformación (un cambio); en la vida cotidiana hay muchas transformaciones de energía. La publicidad o los comics no utilizan de forma adecuada los términos relacionados con la energía. Las transformaciones de energía no son ilimitadas.

b) En relación con el ahorro y consumo, la energía es un número asociado al coste económico. Muchas actividades cotidianas precisan del uso de energía (electricidad, transporte, variaciones de temperatura...); en el cole consumimos energía (por ello, se puede realizar una ecoauditoría). El recibo de la luz “mide” el coste que supone el consumo de energía a los usuarios. El consumo puede ser personal o colectivo; tiene consecuencias ambientales, sociales y económicas. El ahorro se favorece con respuestas tecnológicas, consejos prácticos y creación de hábitos. No se puede obtener energía de forma ilimitada.

Obviamente tuvimos presentes los logros y limitaciones que ha señalado la investigación en relación con el aprendizaje de la energía del alumnado de esta etapa educativa (Pro, 2010). Algunas que incidieron en la planificación de la actividad sobre la ecoauditoría eran: identifican la mayor parte de las máquinas y aparatos eléctricos de su entorno; identifican las transformaciones de la energía por los cambios observables; consideran la energía como un fluido presente en algunos objetos o sustancias (se almacena, se transporta, se da, se quita...); tienen confusiones terminológicas debido al lenguaje cotidiano, a la publicidad o al cine; reconocen que los problemas energéticos les afectan pero piensan que: “si hay problemas con la energía, se debe producir más; tanta como necesitemos”; no rechazan la lectura de textos cortos, titulares, cómics, historietas o etiquetas; no reconocen las ideas fundamentales, contradictorias, semejantes... en un material escrito; no tienen problemas técnicos con el uso de internet o de la TV si buscan una información o dato; y necesitan una secuencia dirigida de cuestiones para la elaboración de un informe.

Por otro lado, nuestra experiencia nos dice que, para que el alumnado aprenda, necesita participar. Por mucho que les impresionemos con una información, para que la comprendan realmente, tienen que utilizarla; en primer lugar, en una situación próxima y posteriormente en relación con otros conocimientos. En este sentido, juega un papel fundamental la verbalización de lo que cree o sabe, el intercambio de ideas, el debate y discusión entre iguales, el trabajo cooperativo... y, por supuesto, el trabajo individual. Si un estudiante no quiere aprender, no aprende. Nuestra labor está en crear situaciones para que esto último no suceda.

Por último, como hemos dicho, muchas de las dificultades que encontramos derivan de sus limitaciones en la comunicación oral y escrita (por ello, las clases de cualquier

materia -también las del Área del Conocimiento del Medio- se puede decir que son “clases de Lengua”). No obstante, el hecho de usar, en nuestro caso, tablas y cuadros facilita la anotación de los datos y el tratamiento posterior de los mismos.

En relación con el grado de contribución a las competencias y subcompetencias curriculares, se señalan las más relevantes en el Cuadro 1.

Competencias básicas	Subcompetencias del Área de Conocimiento del Medio	Grado contribución
Social y ciudadana	- asentar las bases de una futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y democrata	Alto
	- desarrollar actitudes de diálogo,..., asumir responsabilidades con respecto al grupo, aceptar ... normas de convivencia ... en situaciones reales ...	Alto
Conocimiento y la interacción mundo físico	- apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico	Muy Alto
	- acercarse a determinados rasgos del método con el que se construye el conocimiento científico: definir problemas, estimar soluciones posibles, elaborar estrategias, diseñar pequeñas investigaciones, analizar resultados y comunicarlos.	Muy alto
Tratamiento inform. y competencia digital	- comprender información se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (en las etiquetas)	Medio
	- buscar, seleccionar, organizar e interpretar información	Medio
Comunicación lingüística	- aumentar significativamente la riqueza en vocabulario específico	Alto
	- acercarse a textos informativos, explicativos y argumentativos	Alto
Matemática	- utilizar herramientas matemáticas en contextos significativos de uso, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas	Alto
Aprender a aprender	- reflexionar sobre qué se ha aprendido, cómo y el esfuerzo por contarlo, oralmente y por escrito	Medio

Cuadro 1. Contribución a la adquisición de competencias

De cara a la secuencia de enseñanza, algunas características de las actividades eran:

- las ideas y experiencias del alumnado siempre estaban presentes cuando introducíamos información en el aula, la contextualizábamos en la realidad del estudiante o aprovechábamos sus logros; la actividad de la que nos ocupamos no fue una excepción.
- hicimos intervenciones intencionadas para superar las dificultades previstas de aprendizaje y, sobre todo, para dar seguridad al alumnado ante los retos que les planteamos; respecto a la ecoauditoría, informamos de aquellos elementos que podían condicionar la lectura de las etiquetas o de las instrucciones de funcionamiento de algunos aparatos, y también del proceso de tabulación de los datos.
- el uso de documentos “poco escolarizados” no es lo mismo que la utilización de un libro de texto; para bien o para mal, el alumnado necesita estrategias diferentes para trabajar con estos materiales.
- un gran número de actividades de la propuesta se plantearon en pequeños grupos; aunque la ecoauditoría se situó al comienzo de la unidad didáctica, ya se habían acostumbrado a la dinámica y, de hecho, los grupos eran estables.
- tras el trabajo en grupos, había una puesta en común en el gran grupo –lógicamente no de todos ellos- y se clarificaban las ideas confusas; eran situaciones idóneas para resituar los conocimientos en el contexto de lo que había hecho el alumnado.

En definitiva, pretendimos que el protagonismo del aprendizaje fuera del propio alumnado y que nuestra función era plantear situaciones y favorecer un ambiente que lo hiciera posible.

LA ACTIVIDAD ENSAYADA

En cuanto a la ecoauditoría, la secuencia de enseñanza contemplaba las preguntas centrales, un extracto de las actividades y las sesiones, tal como se recoge en el Cuadro 2 (Pro y Rodríguez, 2010b). Las cinco sesiones se desarrollaron a lo largo de una semana, dado que exigían una cierta continuidad en su ejecución.

Preguntas centrales	Secuencia de actividades del Módulo “Consumo y Ahorro Energético”	Sesión
¿Gastamos mucha energía en el “cole”?	Act.5. Explicación de en qué consiste una ecoauditoría energética y cómo se va a realizar a las dependencias de la escuela: identificación del protocolo de recogida de datos, organización de tareas por grupos (<i>Exp</i>). Act.6. En pequeños grupos, recogida de la información y realización de cálculos de cada una de las dependencias seleccionadas (<i>TraGru</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas por el maestro (<i>Exp</i> y <i>TGG</i>). Realización de un informe colectivo para enviarlo al director y al Consejo Escolar (<i>TGG</i>).	5 ^a , 6 ^a , 7 ^a , 8 ^a y 9 ^a

Cuadro 2. Presencia de la Ecoauditoría en la secuencia de enseñanza

El guión de trabajo que diseñamos para que el alumnado recogiera la información y los datos que precisaban se recoge en el Anexo 1 de este trabajo.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Para realizar el seguimiento de la puesta en práctica de la actividad, utilizamos el diario del profesor, las hojas de trabajo del alumnado y grabamos la actuación y los debates de algunos grupos. Por motivos de espacio, nos centraremos sólo en algunos aspectos.

En el Cuadro 3 hemos recogido algunos fragmentos del diario del profesor.

<p>...[1^a sesión] les he explicado qué es una ecoauditoría, de qué se puede hacer (consumo de agua, de energía eléctrica, de gas...), cuál es la finalidad en cada caso, por qué se debe controlar el consumo y aumentar el ahorro energético en este momento... Una vez contextualizada la actividad y valorada su importancia, hemos clarificado qué vamos a hacer concretamente, qué necesitamos, cómo nos vamos a organizar, qué documentos vamos a utilizar, el tiempo que nos va a llevar su realización... A pesar de que insistimos en que plantearan sus dudas, no han preguntado prácticamente ninguna; eso sí, han realizado numerosos comentarios sobre temas colaterales...</p> <p>...[2^a sesión] hemos dividido el colegio en partes y asignado a cada grupo unas dependencias específicas para realizar la ecoauditoría; ha habido alguna discusión porque varios grupos querían ecoauditar las mismas dependencias pero lo han solucionado entre ellos. Hemos recordado lo que se pretendía con los dos instrumentos (hoja de recogida de datos y hoja de registro de información), qué debían hacer, qué características –con sus unidades- debían buscar en los aparatos, a quién debían preguntar las horas que estaban encendidos... También les he explicado qué entendíamos por sistemas de iluminación y de calefacción; los diferentes elementos o aspectos a observar (bombillas convencionales y de bajo consumo, tubos fluorescentes, luz natural, temporizadores o reguladores, termostatos, aparatos de clase energética A...); qué hay que poner en el apartado “observaciones”...</p> <p>...[3^a sesión] le hemos dedicado tres horas seguidas esta mañana. Los grupos han ido a la dependencia asignada y han recogido la información correspondiente mediante el protocolo de observación previamente discutido y consensuado. Han entrevistado al Director, a la Jefa de Estudios, a la Secretaria, al Conserje y a los demás profesores del centro. Los alumnos se han mostrado muy interesados, se han implicado a tope y han realizado el trabajo con una gran autonomía, sin apenas preguntar. Se ha realizado de forma ordenada, rigurosa y educada. Ha habido mucha colaboración por mis compañeros. Nos han felicitado por la iniciativa, por el contenido en sí de la actividad y por el comportamiento del alumnado. Estoy muy satisfecho.</p>

... [4ª sesión] hemos vaciado los datos obtenidos por cada grupo; en general, la información ha sido muy completa y detallada. Hemos analizado y valorado las aportaciones en una puesta en común de toda la clase. A la vista de los resultados obtenidos, hemos discutido cuál era la situación, qué podíamos hacer para reducir el consumo, qué medidas realmente podíamos llevar a la práctica porque dependían de nosotros, cómo íbamos a hacerlo... Una vez concienciados y decididos a difundir nuestros resultados y recomendaciones, acordamos escribir un informe al colegio; éste será enviado al Director y al Claustro de Profesores...

... [5ª sesión] entre toda la clase, hemos realizado el informe escrito. Dada la calidad de la información recogida, hemos realizado recomendaciones en cuanto a las clases, los patios, el Salón de Actos, la Sala de Informática, los despachos, la Sala de Profesores, el almacén, el aula de Educación Especial y Audición y Lenguaje y a nivel de todo el Colegio. Ha habido mucha participación no exenta de discusiones; todos querían incluir sus datos más que medidas para reducir el consumo. Una vez consensuado, lo hemos pasado a ordenador, lo hemos firmado todos los que habíamos participado en el estudio y lo hemos echado al buzón de sugerencias del centro. Quedamos a la espera de alguna respuesta y, por supuesto, de ver cambios en el colegio. Tengo la sensación de que esta actividad ha supuesto un punto de inflexión en el clima de clase...

...[Anotación posterior] El Director ha respondido nuestro informe por medio de una carta, invitándonos a que lo expusieran en una próxima reunión. El alumnado estaba muy ilusionado; no sabría decir si era porque se han sentido "importantes" o porque se había valorado el esfuerzo realizado. En cuanto al Claustro, mis compañeros no sólo lo han aceptado sino que se han comprometido a poner manos a la obra para consumir menos energía...

Cuadro 3. Fragmentos del diario del profesor

En cuanto a los resultados de sus indagaciones, hemos recogido en el Cuadro 4, tres extractos de sus informes sobre las dependencias ecoauditadas que fueron utilizados en la Carta dirigida al Director del Centro.

Instalación analizada	Informe realizado por los grupos
Despachos de la Dirección	El sistema de iluminación es con tubos fluorescentes, que ya sabemos que ahorra energía pero que proponemos cambiarlos por tubos fluorescentes de LED, que ahorran más energía que los que tenemos actualmente. Para que no haya olvidos y se queden las luces encendidas todo el día, se le recomienda instalar temporizadores en el edificio de Dirección. Todas las ventanas y puertas cierran perfectamente, aunque el ventanal de Secretaría sería conveniente cambiar por una pared o un cristal mejor aislado para conservar mejor la temperatura y así ahorrar energía. Se recomienda un control de apagado para las impresoras para que no estén todo el día encendidas. En el Despacho del Director y la Jefa de Estudios, se recomienda cambiar la estufa por una de clase energética A+ con temporizador y para no tener encendida todo el día la luz, se recomienda la instalación de unas cortinas, para no ser visto desde la calle, y así poder apagar la luz.
Los patios	Se recomienda cambiar las bombillas convencionales del aula del material de Educación Física y el cuartillo de Isaac por bombillas de bajo consumo. Existen temporizadores para las luces de los patios que se encienden de 19.30 a 6.45, pensamos que es una idea muy buena, pero proponemos bajar la hora de apagado a las 6.15 o 6.30. Incluso, que no se enciendan las farolas, solo las justas, porque no las utiliza ninguna persona.
Colegio (en general)	A nivel general se recomienda que los profesores conecten las estufas en los enchufes de color ROJO, porque tienen temporizadores que hacen que se enciendan y se apaguen automáticamente las estufas de 8.00 de la mañana a 20.00 de la tarde, con lo cual ahorramos energía, aunque proponemos que se enciendan a las 8,30 y se apaguen a las 17.30 porque a las 18.00 ya no hay clase en el centro. Además recomendamos el uso de energía renovables, como por ejemplo la energía solar, instalando en los tejados de cada pabellón unas placas solares para abastecer de luz a todo el centro.

Cuadro 4. Algunos informes elaborados por el alumnado

La actividad resultó motivadora, impactante y útil de cara al aprendizaje. Por lo menos aparentemente, incrementaron su compromiso con el problema del consumo y el ahorro energético. También se implicaron en un trabajo cooperativo, asumiendo tareas y responsabilidades, aportando ideas, ayudando a sus compañeros, defendiendo sus criterios con vehemencia... Pero, además, aprendieron a buscar información en las etiquetas de los aparatos, a identificar y trabajar con unidades de energía, a realizar cálculos de consumo, a realizar entrevistas, a argumentar apoyados en datos, a comunicar ideas por escrito... ¿No es éste el sentido que tiene una formación básica para la ciudadanía?

VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Aunque hemos valorado otros muchos aspectos (implicación, interés, curiosidad, cooperación, desarrollo de competencias...), vamos a centrarnos en los resultados que obtuvimos en la evaluación de la propuesta completa, trascurrido un cierto tiempo desde nuestra intervención. Entre las pruebas pasadas, les preguntábamos “Di tres actuaciones para ahorrar en el recibo de la luz del Colegio”. En el Cuadro 5 se recogen las respuestas y sus frecuencias.

Unidad de análisis: aparatos. Cuestión 2.3	Frec.
Subir las persianas y apagar las luces	12
Poner temporizadores en los enchufes	9
Cambiar las bombillas convencionales por bajo consumo	8
Poner placas solares	5
Encender la luz cuando sea necesario	4
Utilizar tubos fluorescentes de LED	3
Cambiar los aparatos por aparatos de clase energética A+ o A++	3
Apagar los aparatos cuando no sean necesarios	2
Cerrar las puertas y ventanas para que no se vaya el calor	2
Cambiar las estufas que no tengan termostatos	2
Encender las luces del patio solo cuando sean necesarias	1

Cuadro 5. Respuestas a la Cuestión 2.3 del Postest

Como puede comprobarse hubo 51 respuestas adecuadas de las 51 posibles. Además, se repiten algunos argumentos que se usaron en los informes que habían realizado ¡DOS MESES ANTES!

Las actuaciones que tuvieron una mayor presencia (mencionadas por más de la cuarta parte del alumnado) fueron: “subir las persianas y apagar las luces”, “poner temporizadores en los enchufes”, “cambiar las bombillas convencionales por bajo consumo”, “poner placas solares” y “encender las luces sólo si es necesario”.

Quizás, donde mejor se pongan de manifiesto los avances sea en la calidad de las medidas señaladas: no son sólo ideas coloquiales sino que han sido sustituidas y ampliadas por términos de carácter inequívocamente científico. Así, por ejemplo, se alude a “temporizadores” (A1, A3, A4, A5, A9, A12, A14, A16 y A17), “bombillas de bajo consumo” (A2, A8, A9, A11, A12, A13, A15 y A16), “placas solares” (A4, A10, A11, A12 y A14), “tubos fluorescentes de led” (A6, A8 y A10), “clase energética A+ o A++” (A2, A8 y A13), “termostatos” (A5 y A17)... que proyectan la adquisición de un vocabulario más amplio y adecuado en relación con el tema.

CONCLUSIÓN

La actividad de la Ecoauditoría ha resultado muy interesante, no sólo para el aprendizaje

de unos conocimientos científicos sino para el desarrollo de algunas competencias básicas que son deseables para la ciudadanía (Pro y Miralles, 2009). Pero, sobre todo, les ha permitido hablar de ciencias, después de la clase de ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JUNTA DE ANDALUCÍA (2008). *Evaluación de diagnóstico. Curso 2009-10. Avance*. Sevilla: Agencia Andaluza de Evaluación Educativa.

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. (2010). ¿Se puede enseñar a ahorrar energía en Educación Primaria? En la obra: *Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico*.5-36. Madrid: MEC-ISFP.

PRO, A.; MIRALLES, P. (2009). El currículum del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 27(1), 59-96.

PRO, A.; RODRÍGUEZ, J. (2010a). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-406.

PRO, A.; RODRÍGUEZ, J. (2010b). Planificación de la propuesta ¿Cuál es la mejor fuente de energía? para Educación Primaria. *Actas XXIV Encuentros de DCE*, 306-312. Jaén: Serv. Public. Universidad.

RODRÍGUEZ, J. (2011). Diseño, aplicación y evaluación de una propuesta didáctica para trabajar la energía en Educación Primaria. *Tesis Doctoral*. Universidad de Murcia.

ANEXO: PROTOCOLO DE OBSERVACIÓN UTILIZADO

Actividades 5 y 6

Vamos a investigar cómo se gasta energía en la escuela (llamado ECOAUDITORÍA). Con los datos de nuestra investigación, elaboraremos un informe y se lo enviaremos al Director y a los demás profesores. Necesitamos trabajar en equipo, vamos a dividimos en grupos. A cada grupo se le asignará una dependencia del cole (una clase, el aula de audiovisuales, el despacho del director...).

El grupo irá al sitio que le haya tocado, recogerá datos sobre los aparatos eléctricos que tiene habitualmente esa dependencia y entrevistará a un profesor o al conserje para ver el número de horas aproximado que están en funcionamiento.

El grupo debe completar dos hojas: una hoja de recogida de datos y una hoja de registro de información.

Conocimiento del Medio (Natural, Social y Cultural)

Parte 1ª: Consumo y Ahorro Energético



Dependencia: _____		
Aparato	nº horas	Unidades
1.-		
2.-		
3.-		
4.-		
5.-		

Dependencia			
Sistema de iluminación	Si	No	Observaciones
Tiene bombillas convencionales			
Tiene tubos fluorescentes			
Tiene bombilla de bajo consumo			
Tiene una muy aceptable luz natural			
Tiene temporizadores, reguladores... para controlar en ausencia.			
Sistema de calefacción	Si	No	Observaciones
Usa energías alternativas			
Se cierran bien ventanas y puertas			
Hay termostatos en cada habitación			
Aparatos	Sí	No	Observaciones
Hay algún control de apagado de los aparatos (de cuáles)			
Hay aparatos de clase energética A (cuáles)			
Hay control de apagado (de cuáles)			

Javier Rodríguez Moreno

CDC EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS: ACTIVIDADES DE LABORATORIO

de Pro Chereguini, C.

Alumno de Doctorado del Dpto. de Didáctica Ciencias Experimentales. Universidad Murcia.

carlosdepro@hotmail.com

RESUMEN

El conocimiento didáctico del contenido (CDC) es un aspecto básico en la investigación sobre la formación inicial del maestro. En este trabajo tratamos de dar respuestas a cómo utilizan sus conocimientos los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio. Los resultados ponen de manifiesto logros y carencias; éstas deberían ser abordadas porque, si saber ciencias no implica saber enseñarlas, si no se sabe ciencias, tampoco es factible hacerlo.

Palabras clave

Formación inicial de maestros. Actividades laboratorio. Máquinas simples. Evaluación.

1. Problema de investigación

La reforma LOE establece que, en Educación Primaria, todas las materias –incluida Conocimiento del Medio– deben contribuir a la adquisición de las competencias básicas (Pro y Miralles, 2010). Pero, para enseñarlas, el maestro debe haberlas adquirido. Si en la competencia conocimiento e interacción con el mundo físico (MEC, 2006) aparece “*acercarse a determinados rasgos del método con el que se construye el conocimiento científico: saber definir problemas, estimar soluciones posibles, elaborar estrategias, diseñar pequeñas investigaciones, analizar resultados y comunicarlos*”, el futuro maestro debe tener un dominio de estos conocimientos si quiere que su alumnado las adquiera.

Compartimos con Pro (2009) que las Ciencias tienen un carácter experimental. Sin embargo, esta consideración contrasta con el escaso uso que los docentes hacen de las actividades de laboratorio; el peso simbólico que les asignan al calificar al alumnado o las dificultades que encuentran para realizarlas. En este trabajo, nos ocuparemos del CDC de los futuros maestros respecto a las actividades de laboratorio. Así, partiendo de lo que Mc Millan y Schumacher (2005) entienden por problema de investigación, el interrogante central de este trabajo sería:

¿Cómo utilizan sus conocimientos sobre la palanca los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio?

2. Revisión de la literatura

Hay clasificaciones interesantes de los trabajos prácticos (por ejemplo, las de Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003; Leite y Figueiroa, 2004). En nuestro sistema educativo, en general, se usan poco en las clases de Ciencias de Educación Primaria. En este contexto, plantear que hay que “hacerlas de otra manera” resulta, cuanto menos, paradójico. No obstante, hemos encontrado aportaciones –aunque escasas en número– que, en los últimos años, se han publicado sobre el uso de actividades prácticas en Educación Primaria en nuestro contexto educativo (por ejemplo, Cortés y Gándara, 2007; Fernández, Tuset, Pérez y Leyva, 2009; Pro

y Rodríguez, 2010...). En la Figura 1, hemos sintetizado los cuatro interrogantes que pensamos que definen los enfoques de este recurso

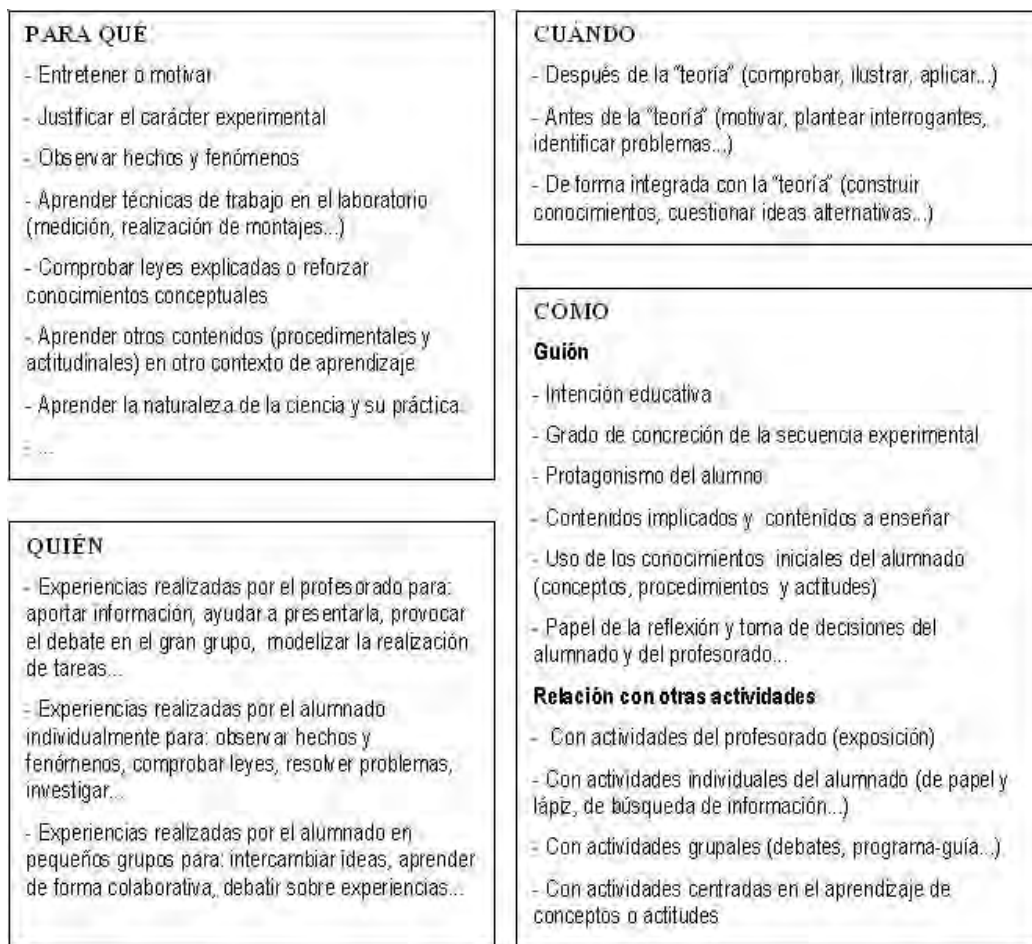


Figura 1. Interrogantes para caracterizar las actividades prácticas (Pro, 2009)

3. Diseño de la investigación

Para abordar el interrogante planteado usamos un diseño de investigación “ex post facto”.

En este trabajo, nos referiremos a los resultados de 44 alumnos (37 chicas y 7 chicos) de un total de 111 que cursaban el año pasado la asignatura *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza* de 3er. curso de la especialidad de Maestro en Educación Primaria; en concreto, las respuestas de los que aleatoriamente les tocó realizar una palanca de primer (21/44) y de segundo género (23/44).

En el contexto de un examen de prácticas, debían realizar una actividad de laboratorio sobre máquinas simples (palancas, poleas, rampa). En el Anexo 1 se recogen los “enunciados tipo”. En la Tabla 1 se reflejan la intencionalidad de cada cuestión y los aspectos a analizar.

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
1. Dibuja el montaje realizado e indica los elementos de la palanca	- Dibujo del montaje - Identificación de elementos de la palanca (F, b _F , b _R , R y PA)	- Identificación de F - Identificación de b _F - Identificación de R	- Identificación de b _R - Identificación de PA - Posición de PA respecto al c.d.m.

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
2. Representa y justifica las fuerzas que intervienen	<ul style="list-style-type: none"> - Dibujo del montaje - Identificación de fuerzas (F, R, P_{pal} y T_{clip}) - Representación de fuerzas - Justificación de las interacciones en cada fuerza 	<ul style="list-style-type: none"> - Dibuja F - Dibuja R - Dibuja P_{pal} - Dibuja T_{clip} 	<ul style="list-style-type: none"> - Justifica F - Justifica R - Justifica P_{pal} - Justifica T_{clip} - Justifica equilibrio
3. Realiza una tabla con los valores de R , b_R , F y b_F . Toma tres medidas con los valores indicados en el enunciado	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de la regla y el dinamómetro - Medición de magnitudes (lectura y unidades) - Tabulación de datos 	<ul style="list-style-type: none"> - Medición de F - Medición de b_F - Medición de R - Medición de b_R - Disposición de datos 	<ul style="list-style-type: none"> - Unidades de F (N) - Unidades de b_F (m) - Unidades de R (N) - Unidades de b_R (m)
4. Conclusiones que se pueden extraer de los datos	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de las relaciones entre las variables - Contraste entre datos obtenidos y ley de la palanca - Establecimiento de conclusiones 	<ul style="list-style-type: none"> - Relación entre los datos variables del problema - Relación entre R y F - Cálculo $Rb_R = Fb_F$ - No se cumple la Ley de la Palanca 	

Tabla 1. Propósitos de las preguntas de la prueba escrita del estudio.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Presentamos los resultados en función de las preguntas planteadas, diferenciando los valores por tipo de palancas y tratando la información de forma global.

4.1. Elementos de la palanca.

Los datos obtenidos por nuestros futuros maestros en esta pregunta se recogen en la Tabla 2.

Elementos de la palanca	Palanca 1º género	Palanca 2º género	Global
Identifica el elemento F	21/21	23/23	44 (100%)
Identifica el elemento b_F	18/21	20/23	38 (86%)
Identifica el elemento R	21/21	23/23	44 (100%)
Identifica el elemento b_R	18/21	20/23	38 (86%)
Identifica el elemento PA	16/21	18/23	34 (77%)
Representa colgado en el c.d.m.	10/21	8/23	18 (41%)

Tabla 2. Frecuencias y porcentajes de la identificación de elementos de la palanca.

En la Imagen 1 vemos ejemplos de respuestas correctas. Así, en la palanca de primer género, el alumno A93 identifica todos los elementos y el alumno A103 lo hace con la de segundo.

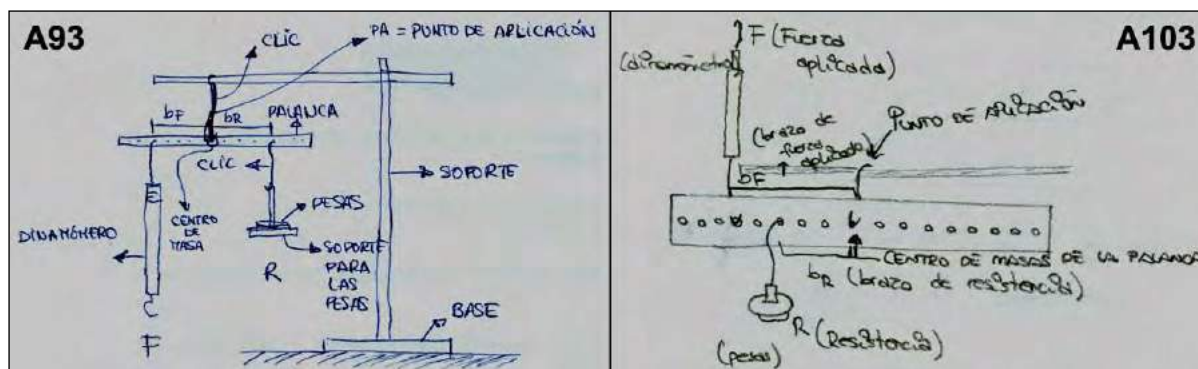


Imagen 1. Ejemplos de respuestas correctas a la Pregunta 1

Tanto en la palanca de 1er. género como en la de 2º, todos han identificado la fuerza aplicada (F), ejercida con el dinamómetro, y la resistencia (R), resultante de colgar el soporte con las pesas. No ocurre lo mismo con los brazos de la fuerza (b_F) y de la resistencia (b_R): hay alumnos (3/21 en las de primer género y 3/23 en la de segundo) que no representan o lo hacen erróneamente alguno de estos elementos.

Por otro lado, casi la cuarta parte en la palanca de 1er. género (5/21) y una quinta en la de 2º (5/23) no señalaron el punto de aplicación o de apoyo (PA) sobre el que se sustentaban la palanca. Creemos que es más fruto de una falta de atención que a desconocerlo realmente.

Por último, menos de la mitad de los futuros maestros en la de 1er. género (10/21) y alrededor de la tercera parte en la de 2º (8/23) indicaron, en su dibujo o por escrito, que la palanca estaría colgada por su centro de masas.

4.2. Montaje realizado y fuerzas que intervienen

Hemos dividido las respuestas a la segunda pregunta en dos partes: la representación de las fuerzas que intervienen en un dibujo del montaje realizado y la justificación de las mismas.

En la Tabla 3 se recogen los resultados de la representación de las fuerzas que intervienen.

Representación de las fuerzas		Palanca 1º género	Palanca 2º género	Global
Dibuja la fuerza aplicada F	completa	17/21	20/23	37 (84%)
	sin flecha	4/21	2/23	6 (14%)
Dibuja la resistencia R	completa	17/21	20/23	37 (84%)
	sin flecha	3/21	3/23	6 (14%)
Dibuja la tensión del clip	completa	17/21	19/23	36 (82%)
	sin flecha	3/21	3/23	6 (14%)
Dibuja peso palanca	completa	16/21	16/23	32 (73%)
	sin flecha	2/21	2/23	4 (9%)

Tabla 3. Frecuencias y porcentajes de las fuerzas que intervienen en el montaje.

En la Imagen 2 hay ejemplos de respuestas correctas en relación con la identificación de las fuerzas; las ofrecen el alumno A93 para la de primer género y el A103 para la de segundo.

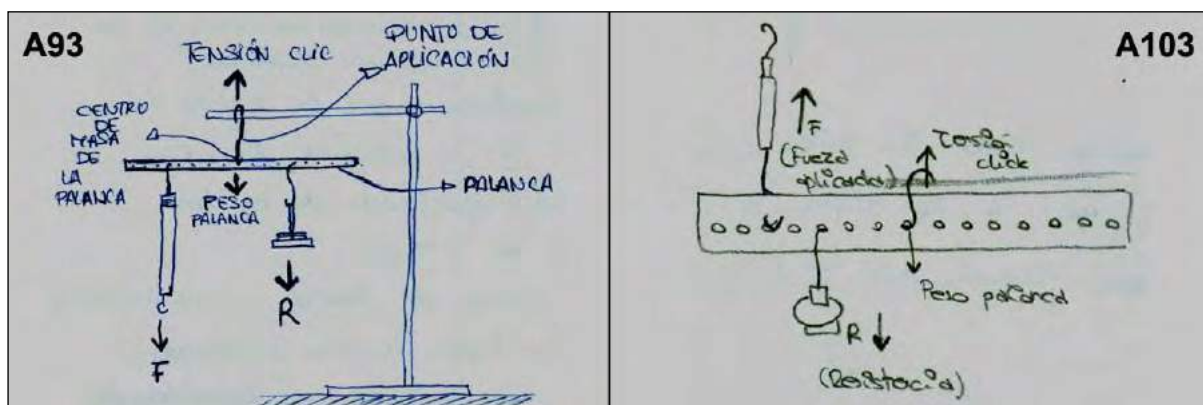


Imagen 2. Ejemplo de respuesta correcta a la Pregunta 2 (1ª parte).

Alrededor de las tres cuartas partes del grupo dibujan correctamente las cuatro fuerzas que intervienen. Además, casi todos representan tres fuerzas (F , R y T_{clip}), con o sin flecha. Los problemas más importantes se dan con la omisión del peso de la palanca (P_{pal}): 3/21 alumnos en las de primer género y 5/23 en las de segundo.

Por otro lado, hay omisiones de las flechas –indicativo del carácter vectorial- en las fuerzas que intervienen, tanto en las de 1er. como en las de 2º género, aunque pensamos que éstas se deben más a despistes que a desconocimientos.

Entre los errores “sin paliativos” estarían A60 –en la de primer género- y A37 –en la de segundo- ya que dibujan la resistencia y la fuerza aplicada, de forma perpendicular a la dirección adecuada, o A67 que representa T_{clip} “fuera del dibujo”.

En la Tabla 4 recogemos los resultados sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Define o justifica las fuerzas	Palanca 1º género	Palanca 2º género	Global	
Justifica la fuerza aplicada F	completa	14/21	18/23	32 (73%)
	aporta ideas	1/21	-	1 (2%)
Justifica la resistencia R	completa	14/21	18/23	32 (73%)
	aporta ideas	-	2/23	2 (4%)
Justifica la tensión del clip	completa	15/21	15/23	30 (68%)
	aporta ideas	-	4/23	4 (9%)
Justifica peso palanca	completa	12/21	17/23	29 (66%)
	aporta ideas	1/21	-	1 (2%)
Justifica equilibrio: $T_{clip} = R + P_{pal} + F$ (en 1er. género) ó $T_{clip} = R + P_{pal} - F$ (en 2º género)	7/21	8/23	15 (34%)	

Tabla 4. Frecuencias y porcentajes la justificación de las fuerzas que intervienen.

Consideramos adecuadas, por ejemplo, las del alumno A5, en la de primer género, y A15, en la de segundo:

Fuerza aplicada (F): es la fuerza que representa la interacción del dinamómetro con la palanca. Resistencia (R): es la fuerza que representa la interacción de las pesas que cuelgan con el campo gravitatorio. Peso de la palanca (P_{pal}): es la fuerza que representa la interacción de la palanca con el campo gravitatorio. Tensión del clip (T_{clip}): es la fuerza que representa la interacción de todas las fuerzas con el soporte (si no existiera se caería todo).

Además, A5 y A15 señalaron respectivamente que $T_{clip} = R + P_{pal} + F$ (en la de 1er. género) y $T_{clip} = R + P_{pal} - F$ (en la de 2º género).

Las frecuencias de respuestas adecuadas recogidas en la Tabla 4 son sensiblemente menores que las de la Tabla 3, porque la representación suele ser más sencilla que la justificación. Respecto a los que no justifican o lo hacen de forma inadecuada, destacaríamos negativamente a 4/21 alumnos en la palanca de primer género y 2/23 en la de segundo que no fueron capaces de explicar ninguna de las fuerzas.

Otros tuvieron errores o no respondieron a algunas; así, cinco no justificaron adecuadamente P_{pal} (2/21 en primer género y 3/23 en segundo), cuatro no lo hicieron con T_{clip} (3/21 en primer género y 1/23 en segundo), cuatro con F (2/21 en la de primer género y 2/23 en la de segundo) y uno con R (en la de segundo).

Llama la atención que sólo unos pocos justifiquen el equilibrio de todas las fuerzas que intervienen en el montaje; en concreto, 7/21 para la de primer género y 8/23 para la de segundo, lo que equivale aproximadamente a un tercio del grupo.

4.3. Medición y tabulación de datos

Se pedía al futuro maestro que midieran y tabularan las medidas de F , b_F , R y b_R en tres situaciones, como mínimo, y en las condiciones ya descritas. En la Imagen 4 vemos un ejemplo de respuesta correcta –la del alumno A35– en cuyo enunciado se especificaban los valores de b_R (0,08 m) y b_F (0,10 m) y se pedía tres medidas de R y F en una palanca de primer género (como puede verse, realiza más medidas de las que se les pedía). También se recoge la tabla elaborada por el alumno A21, que realizó tres medidas de b_F y F en una de 2º género con unos valores fijos R (0,7 N) y b_R (0,06 m).

$R(N_w)$	$b_R(metros)$	$b_F(metros)$	$F(N_w)$	$Rb_R = Fb_F$	$Rb_R - Fb_F$
0,6	0,08	0,10	0,36	$0,048 \neq 0,036$	0,012
0,7	0,08	0,10	0,44	$0,056 \neq 0,044$	0,012
0,8	0,08	0,10	0,52	$0,064 \neq 0,052$	0,012
0,9	0,08	0,10	0,6	$0,072 \neq 0,06$	0,012
1	0,08	0,10	0,68	$0,08 \neq 0,068$	0,012

R	b_R	b_F	F	$Fb_F - b_R.R$
0,7 N	0,06 m	0,08 m	0,6 N	0,006
0,7 N	0,06 m	0,12 m	0,4 N	0,006
0,7 N	0,06 m	0,16 m	0,3 N	0,006

Imagen 4. Ejemplo de respuesta correcta a la Pregunta 3.

Hemos diferenciados la lectura y las unidades. En la Tabla 5 se recogen los resultados relacionados con la medición y la tabulación de las variables F , b_F , R y b_R .

Medidas realizadas	Palanca 1er. género	Palanca 2º género	Global
Medidas correctas de F	16/21	14/23	30 (68%)
Medidas correctas de b_F	20/21	23/23	43 (98%)
Medidas correctas de R	16/21	21/23	37 (84%)
Medidas correctas de b_R	20/21	23/23	43 (98%)
Valores ordenados en la Tabla	17/21	20/23	37 (84%)

Tabla 5. Frecuencias y porcentajes de las medidas de las variables F , b_F , R y b_R .

Han tenido más problemas para medir las fuerzas que para los brazos. Así, en las de primer género, 5/21 alumnos miden valores impares de las fuerzas (F ó R) cuando el dinamómetro sólo aprecia pares (sus divisiones eran de 0.2 N); en la de segundo ocurre lo mismo con 9/23 alumnos. Además, en la de primer género, el alumno A3 cambia los valores de una de las variables fijadas en el enunciado; y el alumno A30 no mide todos los valores que se pedían.

En relación con los brazos de la palanca (b_F y b_R), en la de primer género, el alumno A61 tiene problemas con alguna de las medidas y, en la de segundo, A37 también.

Por último, hay 4/21 en la de primer género y 3/23 en la de segundo que trasladan los datos a su tabla de valores de forma desordenada.

En la Tabla 6, se recoge la segunda parte de la cuestión: unidades de todos los valores.

Unidades en las medidas	Palanca 1er. género	Palanca 2º género	Global
Pone correctamente unidades de F	14/21	14/23	28 (64%)
Pone correctamente unidades de b_F	14/21	14/23	28 (64%)
Pone correctamente unidades de R	13/21	13/23	26 (59%)
Pone correctamente unidades de b_R	14/21	13/23	27 (61%)

Tabla 6. Frecuencias y porcentajes de las unidades de las variables F , b_F , R y b_R .

Un tercio del grupo de los de primer género (8/21) y poco más de dos quintos del grupo de los de segundo género (10/23) -porcentajes muy importantes en nuestra opinión- no indican las unidades, ni Newtons (N) para las fuerzas ni metros (m) para las distancias.

4.4. Establecimiento de conclusiones

En la Tabla 7 se recogen las conclusiones a las que han llegado coherentemente los futuros maestros. En la primera fila, dependiendo de los datos establecidos en el enunciado, el futuro maestro sólo podía llegar a una de las opciones entre paréntesis.

Conclusiones a las que llegan	Palanca 1º género	Palanca 2º género	Global
Relación entre los datos variables del problema ($b_F \uparrow \Rightarrow F \downarrow$; $b_R \uparrow \Rightarrow F \uparrow$; $R \uparrow \Rightarrow F \uparrow$)	16/21	20/23	36 (82%)
Relación adecuada entre R y F	8/21	4/23	12 (27%)
Calcula adecuadamente $Rb_R = Fb_F$	20/21	23/23	43 (98%)
Cumplimiento o no de la ley de la palanca	21 (0+21)/21	22 (4+18)/23	43 (98%)

Tabla 7. Frecuencias y porcentajes de las respuestas de los alumnos a la pregunta 4.

Una respuesta adecuada de las conclusiones nos la ofrecen el alumno A67, en relación con la palanca de primer género, y el alumno A110 con la de segundo:

- a) cuando b_R y R están fijos, si b_F aumenta, F disminuye (también podría haber sido cuando b_F y R están fijos, si b_R aumenta, F aumenta; o bien cuando b_F y b_R están fijos, si aumenta R aumenta F).
- b) R es siempre menor que F (no siempre ocurría pero, en estos casos, sí ocurrió).
- c) No cumple la ley de la palanca (en la de 2º género era más probable que se cumpliera).

La mayoría establece una relación coherente con los resultados. Sólo 5/21 alumnos tienen problemas con la palanca de primer género y 3/23 con la de segundo. Más problemas hay con la relación de F y R , unas veces porque no mencionan si la hay o no, y otras porque no responden a sus datos. Sólo unos cuantos en la de primer género (8/21) y menos aún en la de segundo (4/23) responden de la forma deseada.

Si nos fijamos en las dos últimas filas, prácticamente todo el grupo (salvo A30 en primer género y A84 en segundo) concluye que la *Ley de la Palanca* se cumple o no, coherentemente con el cálculo realizado. En la de primer género no se le cumple a ninguno y en la de segundo sólo a 4/23. Casi siempre lo justifican por el rozamiento.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que estos futuros maestros parecen tener, en general, conocimientos y competencias para enseñar este tipo de contenidos. No obstante, existen carencias importantes respecto a algunos de ellos. Si es verdad que saber ciencias no implica saber enseñarla, también lo es que, si no se sabe ciencias, tampoco es factible hacerlo.

Referencias bibliográficas

- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M. P. Jiménez (coord), *Enseñar Ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Grao.
- Cortés, A., Gándara, M. (2007). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 435-449.

- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En J. Perales y P. Cañal (coord), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 267-288). Alcoy: Marfil.
- Fernández, M.T., Tuset, A.M., Pérez, R., Leyva, A. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 287-298.
- Leite, L., Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique*, 39, 20-30.
- Pro, A. (2009). Actividades de laboratorio en el aprendizaje de la física: ¿un capricho o una necesidad?. En F. López (coord): *Hacemos ciencia en la escuela* (pp. 13-24). Barcelona: Graó.
- Pro, A., Miralles, P. (2009). El currículum del conocimiento del medio Natural, Social y cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 27(1), 59-96.
- Pro, A., Rodríguez, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-406.

ANEXO: Ejemplos de prueba

Palanca Primer Género (A93)	<p>1. Monta una palanca de primer género y mide la Fuerza aplicada y el brazo de la resistencia en las condiciones siguientes</p> <p>R = soporte + pesa grande + dos pesas pequeñas Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m</p> <p>Se pide:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un dibujo del montaje realizado representando los elementos de la palanca. Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen. Una tabla de valores indicando R, b_R, b_F y F. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas con los valores indicados de R y brazo de F. Las conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de tus datos.
Palanca Segundo Género (A103)	<p>1. Monta una palanca de segundo género y mide la Fuerza aplicada y el brazo de la resistencia en las condiciones siguientes</p> <p>R = soporte + pesa grande + una pesa pequeña Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m</p> <p>Se pide:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un dibujo del montaje realizado representando los elementos de la palanca. Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen. Una tabla de valores indicando R, b_R, b_F y F. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas con los valores indicados de R y brazo de F. Las conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de tus datos.

Influencia del ajuste de la carga de trabajo autónomo del estudiante de magisterio sobre su rendimiento académico

Escobar, T., Vílchez, J. E. y Ceballos, M.

Centro de Enseñanza Superior Cardenal Spínola CEU (adscrito a Universidad de Sevilla). Correo: tescobar@ceuandalucia.com

RESUMEN

Se presenta un análisis de las discrepancias existentes en la valoración del trabajo autónomo en asignaturas de ciencias, entre estudiantes y profesorado de magisterio. Para ello se ha estimado la carga de trabajo dedicada por el estudiante, así como la que este consideraría óptima en actividades pertenecientes a guías de trabajo, y se han comparado con la planificación del profesorado. Los resultados indican que el estudiante otorga menos importancia a actividades diseñadas para generar nuevo conocimiento, y en cambio, considera de mayor importancia actividades de perfil tradicional como ejercicios de aplicación, trabajo con apuntes o preparación de exámenes. Además una mayor consideración de estas actividades se relaciona con un menor rendimiento académico.

Palabras clave

Carga de trabajo del estudiante; Formación inicial de maestros; ECTS; Guías de trabajo; Innovación docente universitaria

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El desarrollo y adaptación de recursos y metodologías docentes que contemplen la planificación del trabajo autónomo del estudiante universitario está adquiriendo una especial importancia al encontrarnos en pleno proceso de implementación de las titulaciones derivadas del Espacio Europeo de Educación Superior. En nuestro grupo de investigación también hemos realizado este tipo de trabajo, pero nos preocupa el impacto real de estos procesos de innovación docente sobre el estudiante. De hecho es conocida la resistencia a cambios metodológicos innovadores por parte de estudiantes y profesores en el ámbito de la enseñanza de las ciencias (Furió y Vilches, 1997; Banet, 2007).

En este contexto juega un importante papel la estimación de la carga de trabajo real del estudiante universitario (Pogacnik et al., 2004, Laborda & Martínez, 2006-2007; Esteve et al., 2009, entre otros). Pensamos que esta técnica, inicialmente utilizada para evaluar experiencias piloto relacionadas con la implementación del sistema de créditos ECTS, puede utilizarse, más allá del contexto actual, como indicador de la adecuación de la metodología planificada por el docente respecto al trabajo del estudiante y el impacto real sobre su rendimiento académico.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El estudio se ha desarrollado en el CES Cardenal Spínola CEU (centro adscrito a la Universidad de Sevilla) y ha implicado a estudiantes de la Diplomatura de Magisterio (plan de estudios a extinguir) y del Grado de Educación Primaria. En esta comunicación se presentan datos correspondientes a los cursos 2010/11 y 2011/12 procedentes del análisis de 340 cuestionarios que valoran, cada uno de ellos, el tiempo relacionado con una guía de trabajo. Además de seguir profundizando en la estimación de la carga de trabajo autónomo del estudiante y del análisis de las discrepancias con la planificación del profesorado, nos hemos planteado un nuevo objetivo de investigación. Consiste en explorar las posibles relaciones entre estas diferencias y el rendimiento académico del estudiante.

En el cuestionario empleado como instrumento de recogida de datos, se han volcado las siguientes variables para cada tipo de actividad:

- Tiempo dedicado por el estudiante.
- Tiempo considerado óptimo por parte del estudiante.
- Tiempo planificado por el profesorado.

Obviamente en los dos primeros casos los datos son introducidos por el estudiante de acuerdo a su propia estimación, mientras que el tercero es cumplimentado por el profesorado según lo indicado en las guías de trabajo y demás instrumentos de planificación. Las asignaturas y guías de trabajo implicadas en la investigación han sido las siguientes:

Curso 2010/11: *Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica* (Didáctica, Física y Química), *Educación Medioambiental y Alimentación y Nutrición*.

Curso 2011/12: *Ciencias de la Materia* (Física y Química).

El cuestionario se ha completado tras la finalización de cada una de las guías de trabajo de las asignaturas. Las actividades incluidas en estas guías se han estructurado a efectos de este estudio en las siguientes 7 categorías:

Búsqueda y tratamiento de la información, Informes de laboratorio, Ejercicios de respuesta abierta, Ejercicios de respuesta cerrada, Resolución de problemas, Preparación de exámenes y entrevistas y Trabajo con apuntes relacionados con clases magistrales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimaciones de la carga docente y análisis de las discrepancias

A partir de las respuestas de los cuestionarios, se tabulan los tiempos absolutos (horas) para cada tipo de actividad en las tres variables consideradas (Tiempo dedicado: TD, Tiempo óptimo: TO y Tiempo planificado: TP). No obstante, dado que no todos los tipos de actividades aparecen en todas las guías de trabajo y que el volumen de créditos asociados a éstas también es distinto, se ha optado, para independizar las variables de estos aspectos, por la consideración de tiempos relativos (dividiendo en cada caso los tiempos registrados por el estudiante entre el tiempo planificado por el profesor). Tenemos así las variables relativas Tiempo dedicado respecto al planificado (Td),

Tiempo óptimo respecto al planificado (T_o) y Tiempo planificado respecto al planificado que vale 1:

$$Td = \frac{TD}{TP} ; To = \frac{TO}{TP} ; Tp = \frac{TP}{TP} = 1$$

En la *Tabla 1* se incluyen las medias correspondientes a estas variables relativas. Los datos de estas variables son respectivamente las horas dedicadas o consideradas óptimas por cada hora planificada por el profesor. El valor 1 indica que el tiempo dedicado u óptimo coincide con el planificado.

Tipo de actividad	N	Media Td	Media To
búsqueda y tratamiento de Información	290	0,63	0,83
informes de laboratorio	244	0,91	1,09
ejercicios de respuesta abierta	143	0,58	0,78
ejercicios de respuesta cerrada	50	1,06	1,52
resolución de problemas	244	0,95	1,24
preparación de exámenes	340	1,01	1,36
trabajo con apuntes	227	1,25	1,64

Tabla 1. Medias de las variables tiempo dedicado y tiempo óptimo por hora de tiempo planificado.

Para visualizar las discrepancias existentes entre las variables, se han considerado para cada tipo de actividad las diferencias entre las medias registradas por los estudiantes y las planificadas:

$$DifTd, Tp = Td - Tp = \frac{TD-TP}{TP} ; DifTd, To = To - Tp = \frac{TO-TP}{TP}$$

Así valores positivos indican tiempos dedicados u óptimos superiores a los planificados y valores negativos indican tiempos dedicados u óptimos inferiores a lo planificado (ver *Figura 1*).

Se ha estudiado la significatividad estadística de estas diferencias comparando entre sí las medias de las variables Td, To y Tp para cada tipo de actividad. Para ello se ha utilizado la prueba de contraste T de Student para muestras relacionadas. En la *Figura 1*, se indica la significación encontrada en cada caso (los resultados completos de la prueba se resumen en el *Anexo 1*). En general puede comprobarse cómo en todos los tipos de actividades considerados el tiempo que el estudiante considera óptimo ha resultado superior al que realmente ha dedicado.

En actividades destinadas a generación de conocimiento como las incluidas en las categorías *búsqueda y tratamiento de información* y *ejercicios de respuesta abierta* el tiempo dedicado por el estudiante ha sido significativamente inferior al que considera óptimo y ambos, a su vez, significativamente inferiores al planificado por el profesorado ($p = 0,000$ en todos los casos). En la categoría *informes de laboratorio*, si bien el tiempo considerado óptimo resulta (como en todos los tipos de actividades)

superior al dedicado por los estudiantes ($p = 0,000$), cada uno de ellos no difiere sustancialmente del planificado por el profesorado.

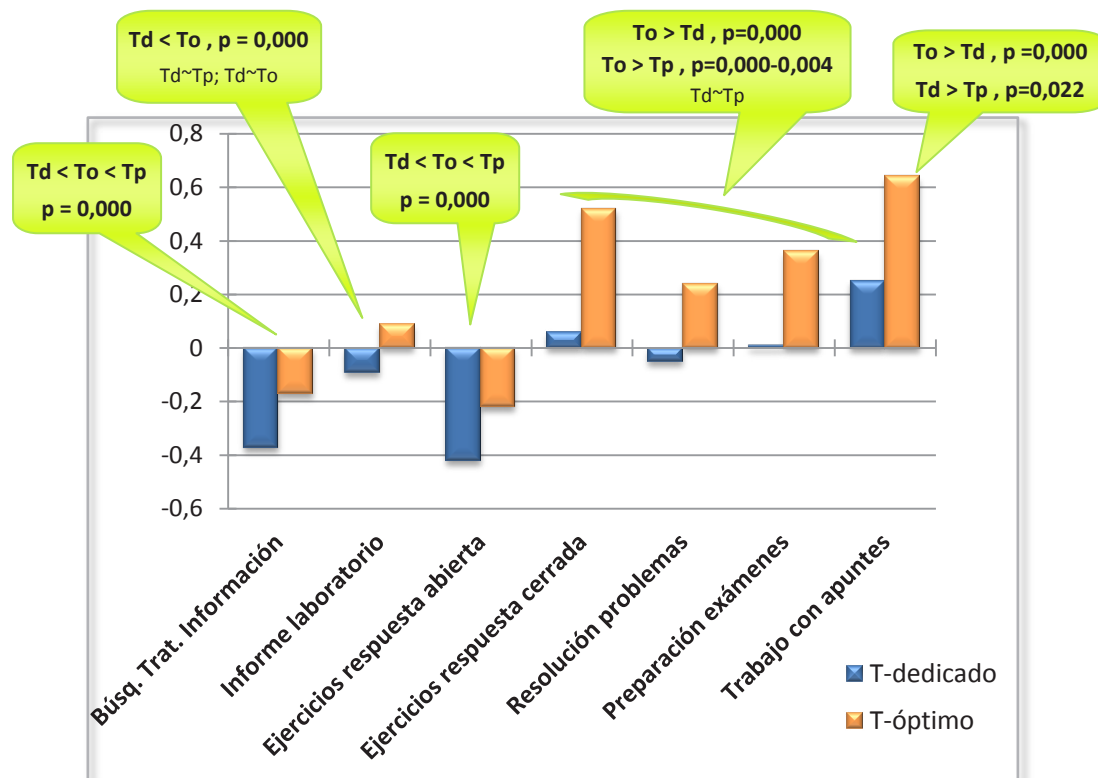


Figura 1. . Diferencias entre las medias de los tiempos dedicado y óptimo respecto al planificado.

Otro tipo de actividades de perfil más tradicional siguen una tendencia bastante distinta. Así las categorías *ejercicios de respuesta cerrada*, *resolución de problemas* y *preparación de exámenes* presentan un patrón común consistente en que el tiempo dedicado alcanza al planificado por el profesorado, pero ambos son significativamente inferiores al que los estudiantes consideran óptimo ($p = 0,000-0,004$). En el tipo de actividad *trabajo con apuntes* también se detectan estas diferencias, pero además en este caso el tiempo dedicado por los estudiantes supera significativamente al planificado ($p = 0,022$).

Estos resultados confirman en general las tendencias encontradas en un estudio exploratorio preliminar que llevamos a cabo (Ceballos, Escobar y Vílchez, 2010), lo que apunta a un comportamiento coherente del procedimiento de análisis. La principal diferencia entre ambos estudios se centra en la mayor importancia otorgada por los estudiantes a la elaboración de informes de laboratorio en la muestra actual. Esto es lógico ya que la asignatura del Grado de Educación Primaria *Ciencias de la materia* (no existente en el estudio piloto) incorpora una mayor carga de actividades de laboratorio.

Estudio de la relación entre el rendimiento académico de los estudiantes y el ajuste de su carga docente a la planificada por el profesorado

Para abordar este nuevo objetivo, se ha explorado si existe relación entre las diferencias de los tiempos dedicados o considerados óptimos respecto a los planificados (variables independientes), y las calificaciones que los estudiantes obtienen en cada actividad (variable dependiente). Para ello se han realizado las correspondientes correlaciones bivariadas, empleando el coeficiente de correlación de Pearson. Se han considerado las diferencias tanto en su valor absoluto como en su valor real (positivo o negativo). Mediante las primeras, se valorará si el ajuste a la planificación del profesorado se asocia con un mejor rendimiento académico del estudiante. Mediante las segundas veremos el efecto que tiene el aumento de la carga docente dedicada u óptima (desde las inferiores a las planificadas hasta las superiores a las mismas).

En la *Tabla 2* se resumen los resultados de estas correlaciones bivariadas, tanto en su versión general, como desglosados para cada una de las 7 categorías de actividades (los resultados detallados se muestran en el *Anexo 2*). Las 4 columnas (A, B, C y D) corresponden a los 4 tipos de correlaciones consideradas:

A: *Calificación actividad vs |DifTd, Tp|*; B: *Calificación actividad vs |DifTo, Tp|*

C: *Calificación actividad vs DifTd, Tp*; D: *Calificación actividad vs DifTo, Tp*

Se indica si existe correlación o no, su nivel de significación, así como el sentido de la misma. Positiva si un aumento en las diferencias supone un aumento en la calificación, y negativa si un aumento en las diferencias supone una disminución en la calificación.

	A	B	C	D
Resultados globales	NO	NO	NO	SI** / (+-)
búsqueda y tratamiento de Información	NO	NO	NO	NO
informes de laboratorio	NO	NO	SI** / (++)	SI** / (++)
ejercicios de respuesta abierta	NO	NO	NO	NO
ejercicios de respuesta cerrada	NO	NO	NO	NO
resolución de problemas	NO	SI* / (+-)	SI* / (+-)	SI** / (+-)
preparación de exámenes	NO	SI* / (+-)	NO	SI** / (+-)
trabajo con apuntes	NO	NO	SI* / (+-)	SI* / (+-)
A: <i>Calificación. Actividad vs DifTd, Tp </i> / B: <i>Calificación. Actividad vs DifTo, Tp </i> C: <i>Calificación. Actividad vs DifTd, Tp</i> / D: <i>Calificación. Actividad vs DifTo, Tp</i> NO: No existe correlación estadísticamente significativa SI*: Correlación significativa a nivel $\alpha=0,05$ / SI**: Correlación significativa a nivel $\alpha=0,01$ (++) : Correlación positiva / (+ -): Correlación negativa				

Tabla 2. Resumen de las correlaciones bivariadas entre las calificaciones y las diferencias de los tiempos dedicados y óptimos con los planificados.

Los resultados globales (incluyendo todos los tipos de actividades) indican que no existe correlación cuando se emplean las diferencias en valor absoluto. Tampoco cuando se utiliza la diferencias entre los tiempos dedicados y planificados. En cambio sí existe correlación negativa, con alta significatividad estadística ($\alpha = 0,01$) cuando se emplean las diferencias entre tiempos óptimos y planificados (columna D). Es decir, cuanto mayor es el tiempo que el estudiante considera que debería haber dedicado de forma óptima menores son las calificaciones obtenidas y viceversa.

Esta misma tendencia se repite, cuando contemplamos las correlaciones según las distintas categorías de actividades en el caso de *resolución de problemas*, *preparación de exámenes* (a nivel $\alpha = 0,01$) y *trabajo con apuntes* ($\alpha = 0,05$), todas ellas de perfil tradicional. En el caso de *resolución de problemas* y *trabajo con apuntes*, ese tipo de correlación también se observa cuando se consideran la diferencia entre tiempo dedicado y tiempo planificado (columna C). Por tanto en estas categorías de actividades un mayor tiempo dedicado o considerado óptimo por el estudiante se traduce en peores calificaciones.

El análisis de las correlaciones a partir de las diferencias en valor absoluto (columnas A y B) ha sido menos productivo. Sólo en el caso de las categorías *resolución de problemas* y *preparación de exámenes* se han encontrado correlaciones, también negativas (con nivel de significación $\alpha = 0,05$). En estos tipos de actividades un mayor ajuste entre el tiempo que el estudiante considera óptimo y el planificado por el profesorado supone un mayor rendimiento del estudiante y viceversa.

En el caso de los *informes de laboratorio*, las correlaciones encontradas son de tendencia contraria (positivas) a las descritas anteriormente. Los estudiantes que señalan mayores tiempos dedicados u óptimos alcanzan mayores calificaciones y viceversa. Esto puede deberse a la singularidad en la evaluación de esta actividad en la que el componente grupal es muy importante, de forma que el tiempo de trabajo autónomo individual tiene menos impacto que en el resto. De todas formas, también nos hace plantearnos al profesorado sobre la pertinencia en la modalidad de evaluación y/o en nuestra planificación de la carga de trabajo para esta categoría.

Como ejemplo gráfico, en la *Figura 2* se representa la dispersión de puntos y el ajuste en el caso de la correlación respecto a las diferencias de tiempo óptimo (Dif_To, Tp), en los resultados globales (A) y en el caso de la actividad *preparación de exámenes* (B).

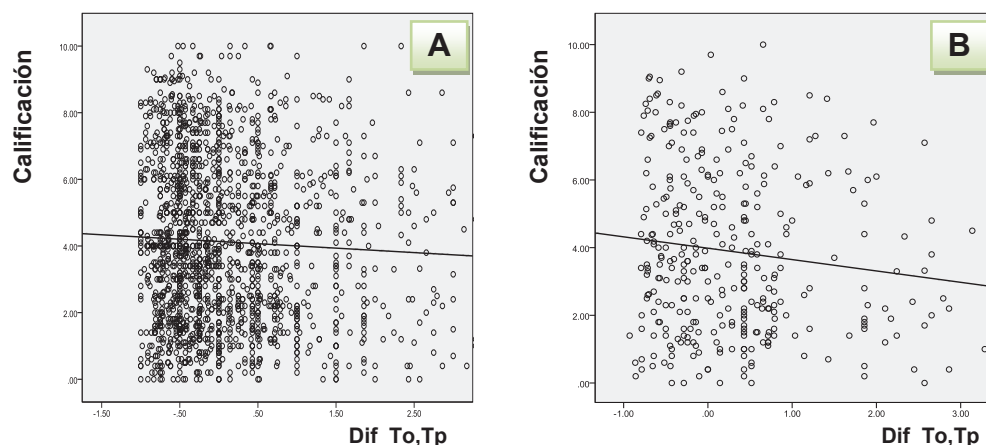


Figura 2. Ejemplos de gráficos de dispersión de puntos y ajuste.

CONCLUSIONES

Se ha comparado el trabajo autónomo que el estudiante de magisterio dedica o consideraría óptimo dedicar con el planificado por el profesorado, en diversos tipos de actividades incluidas en guías de trabajo de asignaturas de ciencias. Se ha encontrado que el estudiante otorga menos importancia de la planificada por el profesor a

actividades para generar nuevo conocimiento (gestión de información, ejercicios de respuesta abierta) y en cambio considera que debe emplear más tiempo de su trabajo autónomo en actividades de tipo más tradicional como ejercicios de aplicación, trabajo con apuntes y preparación de evaluación.

Aunque el estudiante pueda reconocer los progresos de metodologías de innovación y responder positivamente ante recursos novedosos, se resiste a dejar de considerar su trabajo autónomo de acuerdo a un perfil clásico del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se ha explorado si estas discrepancias entre lo considerado importante por parte del estudiante y la planificación docente afecta al rendimiento académico. En el caso de actividades destinadas a generar conocimiento no se han encontrado correlaciones, pero sí en el caso de algunas de las actividades de corte más tradicional. Así, las calificaciones obtenidas disminuyen en estudiantes que tienden a dedicar más tiempo a resolución de problemas numéricos y gestión de apuntes o que considerarían óptimo emplear más tiempo en este tipo de actividades y en la preparación de pruebas de evaluación. Podemos calificar a este tipo de estudiante como “poco realista” no siendo capaz de valorar adecuadamente la carga de trabajo necesaria para mejorar su rendimiento académico, considerando a veces como necesarios tiempos exageradamente altos. En cambio estudiantes que alcanzan superiores calificaciones ajustan mejor su carga de trabajo en este tipo de actividades.

Parece conveniente en cualquier caso, una mejor metacognición del proceso de aprendizaje por parte del estudiante, al menos en lo respecta a lo que el profesorado persigue en su planificación. Es importante enfatizar esto al presentar las guías de trabajo autónomo, de forma que aspectos que el docente concibe como ventajosos e innovadores queden claros también para los estudiantes.

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), 2-20, y referencias allí citadas.

Ceballos, M., Escobar, T. y Vílchez, J.E. (2010). Estimación de la carga de trabajo autónomo del estudiante de magisterio en asignaturas de ciencias. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.), *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 86-91). Jaén: Universidad de Jaén.

Esteve, J.M., Molina, M.A. & Stephens, J. (2009). A qualitative assessment of students' experiences of studying music: a Spanish perspective on the European credit transfer system (ECTS). *Music Education Research*, 11 (2), 241-265.

Furió, C. & Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología sociedad. En L. Del Carmen, (Coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

Laborda, C. & Martínez, M. (2006). El seguimiento de la carga de trabajo del estudiantado. La experiencia del tiempo para el trabajo dirigido y autónomo en la experimentación del plan piloto (ECTS) en Pedagogía. *En Actas del IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (CIDUI 2006)*. Barcelona, España.

Laborda, C. & Martínez, M. (2007). Mecanismos de seguimiento, coordinación y aseguramiento de la calidad en la transformación de una titulación en base a los criterios del EEES. *Educar*, 40, 131-159.

Pogacnik, M., Juznic, P., Kosorok-Drobnic, M., Pogacnik, A., Cestnik, V., Kogovsek, J., Pestevsek, U. & Fernandes, T. (2004). An attempt to estimate students' workload. *Journal of Veterinary Medical Education*, 31 (3), 255-60.

ANEXOS

Anexo 1

Tipo de actividades	Td , Tp		To , Tp		Td , To	
	p	t	p	t	p	t
búsqueda y tratamiento de Información	0,000**	-11,60	0,000**	-4,02	0,000**	-7,52
informes de laboratorio	0,195	-1,30	0,178	1,35	0,000**	-6,18
ejercicios de respuesta abierta	0,000**	-10,15	0,000**	-4,35	0,000**	-4,84
ejercicios de respuesta cerrada	0,672	0,42	0,004**	3,00	0,000**	-6,27
resolución de problemas	0,311	3,45	0,001**	3,45	0,000**	-6,88
preparación de exámenes	0,937	0,08	0,000**	6,39	0,000**	-10,61
trabajo con apuntes	0,022*	2,30	0,000**	5,04	0,000**	-5,57

Td = Tiempo dedicado; TO = Tiempo óptimo; TP = Tiempo planificado
t: T de Student / * p: significación al nivel $\alpha=0,05$ / ** p: significación al nivel $\alpha=0,01$

Anexo 1. Resultados de la comparación de medias mediante la prueba T para muestras relacionadas.

Anexo 2

	A	B	C	D
Resultados globales	r = -0,02 p = 0,460	r = -0,04 p = 0,056	r = -0,03 p = 0,235	r = -0,065** p = 0,007
búsqueda y tratamiento de Información	r = -0,03 p = 0,599	r = -0,05 p = 0,351	r = 0,07 p = 0,250	r = 0,01 p = 0,812
informes de laboratorio	r = 0,01 p = 0,816	r = 0,06 p = 0,369	r = 0,18** p = 0,006	r = 0,18** p = 0,005
ejercicios de respuesta abierta	r = -0,02 p = 0,786	r = -0,01 p = 0,886	r = -0,13 p = 0,109	r = -0,14 p = 0,106
ejercicios de respuesta cerrada	r = -0,06 p = 0,657	r = -0,08 p = 0,564	r = 0,03 p = 0,846	r = -0,11 p = 0,436
resolución de problemas	r = -0,08 p = 0,201	r = -0,13* p = 0,040	r = -0,15* p = 0,015	r = -0,19** p = 0,004
preparación de exámenes	r = -0,05 p = 0,383	r = -0,12* p = 0,031	r = -0,04 p = 0,511	r = -0,14** p = 0,009
trabajo con apuntes	r = -0,08 p = 0,229	r = -0,09 p = 0,188	r = -0,17* p = 0,011	r = -0,17* p = 0,011

A: Calificación. Actividad vs | DifTd, Tp | / B: Calificación. Actividad vs | DifTo, Tp |
C : Calificación. Actividad vs DifTd, Tp / D: Calificación. Actividad vs DifTo, Tp
r: Coeficiente de correlación de Pearson
* p: significación al nivel $\alpha=0,05$ / ** p: significación al nivel $\alpha=0,01$

Anexo 2. Coeficientes de correlación de Pearson y significatividad de las pruebas de correlación bivariadas.

Implicaciones socioeconómicas de un problema ambiental: la perca del Nilo en los supermercados del barrio.

Esteve Guirao, P., González Veracruz, D., Jaén García, M.

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

mjaen@um.es

RESUMEN

La formación de los futuros docentes en relación a las implicaciones socioeconómicas de las problemáticas ambientales se configura esencial para su etapa profesional. Con el fin de analizar sus ideas y propuestas se ha planteado una actividad basada en un problema ambiental real en la que los estudiantes de segundo Grado de Primaria puedan mostrar su capacidad de interconectar los aspectos ambientales, socioculturales y económicos. Las respuestas se han evaluado según el grado de interrelación que establecen entre los factores implicados, su grado de responsabilidad personal y las posibles medidas para su solución. Los resultados muestran una elevada dificultad para realizar propuestas integradoras de resolución y admitir responsabilidades asociadas con nuestro estilo de vida que les llevan a realizar propuestas de resolución centradas en un retorno a la situación de partida del problema. También se refleja la importancia de contribuir a la reflexión de los alumnos sobre la complejidad de las problemáticas ambientales y la influencia de nuestro estilo de vida, que puede proyectarse en su vida profesional.

Palabras clave

Formación de profesores, problemas ambientales, responsabilidad ciudadana, aspectos socioeconómicos.

INTRODUCCIÓN

La actual crisis ambiental se sustenta en el conjunto de las valoraciones que la sociedad y los individuos realizan todos los días en sus actividades cotidianas, que se relacionan frecuentemente con conflictos de intereses en la utilización de los recursos (Schnack, 1998). Estos conflictos se suceden en distintos niveles: a nivel individual, como conflictos personales entre necesidades y deseos; a nivel social, entre distintos grupos o individuos, y a nivel estructural de la sociedad, entre decisiones políticas y tendencias de mercado (Morguensen *et al.*, 2009).

Ante esta realidad, la dimensión actual de la educación para la sostenibilidad no sólo debe englobar las alteraciones ambientales en sí mismas, sino que ha de abordarlas desde una concepción sistémica, en la que se visualicen las estrechas relaciones entre los aspectos naturales, sociales, económicos, culturales y políticos que subyacen en toda

problemática ambiental (Novo, 2002). El desconocimiento de las repercusiones de un problema ambiental en estos ámbitos puede llevar a un visión sesgada de la realidad, que derive en propuestas de resolución poco argumentadas y de viabilidad escasa o nula, que pueden debilitar la efectividad para su solución (Anderson y Wallin, 2000).

Al plantear situaciones problemáticas en diferentes niveles educativos, los estudiantes no parecen establecer interconexiones directas entre la crisis ambiental actual y sus causas de tipo socioeconómicas y culturales y en el caso de hacerlo, no parecen dispuestos a cambiar hábitos y conductas (Jaén y Pro, 2006; Jaén y Palop, 2011).

Así pues, parece claro que la educación resulta clave para comprender las relaciones existentes entre los sistemas naturales y sociales, y conseguir una percepción clara sobre la importancia de los factores socioculturales en la génesis de los problemas ambientales (Marcén y Molina, 2006). El modelo educativo ha de orientarse hacia la toma de conciencia entre la relación como persona y como consumidor. Educar ambientalmente es también educar para un consumo sostenible, que implica nuevas formas de ver, pensar y actuar en relación con el patrón de consumo de *los bienes y servicios del sistema económico* (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011).

Bajo este prisma, la educación debería incrementar la relevancia socioambiental de los contenidos que se imparten en el aula, proporcionando oportunidades de carácter interdisciplinar y transversal, en forma de búsqueda de información, análisis y confrontación de datos según fuentes diversas. Pero también a través de la asunción de responsabilidades compartidas con otros sectores sociales y ambientales, dedicando más atención a los acontecimientos y problemas de la realidad, e impulsando nuevas facetas y modalidades de aprendizaje con énfasis en lo actitudinal (Gutiérrez y Marcén, 2003).

El planteamiento de problemas podría ser una estrategia didáctica apropiada porque permite al alumnado evidenciar la importancia del enfoque sistémico en el medio, y al mismo tiempo puede animar a los alumnos a poner en práctica formas de razonamiento y argumentación de modo similar a como lo hacen los expertos; fomentando la capacidad de discusión y el debate (Fox, 2006). También favorece los procesos de reflexión colectiva y la propuesta de potenciales medidas ante situaciones socioambientales reales (Martínez y Jaén, 2005).

Los profesores de Educación Primaria tienen una responsabilidad esencial en la educación ambiental de los alumnos en esta etapa, el objeto de este trabajo se centra en cómo, a través de sus argumentaciones, afrontan una situación multifactorial real en la que están implicados como ciudadanos. Sus reflexiones y propuestas nos pueden permitir analizar las estrategias educativas de formación coherentes con el desarrollo de un mayor compromiso ciudadano que pueda proyectarse en su conocimiento profesional.

METODOLOGÍA

Este trabajo forma parte de un estudio más amplio, que aborda los conocimientos, actitudes y propuestas de enseñanza que plantean los futuros profesores de Educación Primaria sobre la relación entre medio ambiente y sociedad, y la interconexión de los efectos que se derivan de esta relación. Aquí se muestra un análisis diagnóstico inicial sobre el nivel de comprensión que muestran ante una problemática ambiental real que puede tener una derivada clara en su vida cotidiana y las medidas de actuación que plantean para su resolución.

Se ha utilizado una actividad denominada “¿Perca a la plancha o Perca al horno?” (ANEXO I) incluida en el programa de la asignatura de Enseñanza y Aprendizaje del Medio Natural I de segundo curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Murcia, que se ha completado por un curso de 77 estudiantes.

Los alumnos realizaron la actividad, tras haber cursado el Bloque 2 denominado *Sostenibilidad y Medio Natural*. Los contenidos correspondientes al tema 5 están centrados en las interrelaciones de las actividades humanas en el medio natural y los problemas ambientales derivados (Cuadro 1).

Tema 5. Cambios en el medio producidos por problemas ambientales actuales.	
Análisis de impactos ambientales en situaciones actuales y cercanas. Cambios producidos en los ecosistemas. Medidas posibles.	¿Es fácil convivir con los humanos? ¿Cómo afectan estas actividades humanas a nuestros vecinos los animales y las plantas silvestres?
	Análisis de las causas y efectos producidos en los ecosistemas a través de una problemática real: el caso de la “ <i>Primavera silenciosa</i> ” de Rachel Carson.
	La clave del ecosistema son las relaciones se establecen. Adaptación de los organismos. Cadenas y redes alimentarias: comer y ser comido
	Los cambios en las condiciones bióticas y abióticas de los ecosistemas: El problema de las especies invasoras.
	Relación entre diferentes ecosistemas y la amplificación de las problemáticas ambientales.
	Fukushima: Alerta en Japón por contaminación radiactiva en alimentos y agua
Importancia de la Biodiversidad para los seres humanos.	Importancia de la biodiversidad. La biodiversidad y la alimentación, la salud y el sistema productivo
	La biodiversidad en peligro. Ejemplos de situaciones reales de pérdida de biodiversidad debido a impactos ambientales cercanos.
	Consecuencias de la pérdida de biodiversidad. A nivel general, descripción del efecto de la decadencia de las especies a nivel global.
	¿Qué podemos hacer para conservar la biodiversidad? Y ¿qué puedo hacer yo?.

Cuadro 1. Contenidos relacionados con los impactos en el medio natural debidos a las actividades humanas y la importancia de la biodiversidad para los seres humanos.

La actividad tiene como eje vertebral la problemática de la introducción de la perca del Nilo en el lago Victoria. Consta de una breve lectura en la cual, se exponen las consecuencias ambientales, sociales y económicas de la zona. Las cuestiones que se plantean permite valorar el enfoque dominante respecto a la problemática planteada según tres dimensiones: la ambiental, la social y la económica.

Respecto al grado de responsabilidad, el estudiante se puede incluir de modo personal o de forma más ambigua como colectivo al que pertenece. En ocasiones simplemente hace referencia a grupos sociales en los que no deja clara su pertenencia y parece que se sienten poco responsables del problema generado.

Con objeto de conocer mejor sus ideas y las conexiones que establecen entre ellas, se les planteó también la elaboración de un esquema conceptual en el que pudieran relacionar y jerarquizar los elementos implicados en el problema. Con objeto de proporcionar una mayor homogeneidad que permita su comparación y establecimiento de modelos mentales, se les proporcionó una serie de etiquetas como *responsabilidad, introducción*

de la perca, impactos sociales, impactos ambientales, impactos económicos o pesca tradicional, entre otros, que los estudiantes no están obligados a usar y también existe la opción de incluir otras que consideren oportunas.

Como criterios para el análisis de las respuestas de los estudiantes a la actividad hemos utilizado los siguientes:

1. *Nivel de interrelación de los diferentes aspectos sociales, económicos y ambientales.*
2. *Grado de responsabilidad, vinculado al estilo de vida.*
3. *Propuestas y medidas para la solución del problema.*

Así mismo, el análisis de las respuestas y de los mapas, respecto a esta situación real, alejada de sus intereses inmediatos, nos puede permitir examinar otros aspectos que influyen en la adquisición de actitudes y conductas dirigidas hacia la defensa del medio como sus prioridades, posibles incongruencias o aspectos de tipo emocional.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1. Nivel de interrelación de los factores ambientales, sociales y económicos implicados.

Los alumnos plantean soluciones desde las tres perspectivas: ambiental, económica y social. Dominan mayoritariamente las propuestas basadas en única dimensión, principalmente de carácter económico o ambiental.

Desde la perspectiva ambiental proponen restaurar las condiciones ecológicas del lago, mediante la reintroducción de especies endémicas y el control de la perca. La mayoría plantean eliminar el problema, basándose en el ideal de equilibrio ecológico, es decir que el lago recuperará su situación primigenia, sin contemplar que las acciones humanas pueden causar cambios irreversibles (Korfiatis, 2005).

Las soluciones económicas están centradas en la regulación de la actividad industrial e incluso en su erradicación, para la recuperación de la pesca tradicional.

La visión social es mucho más limitada, y se orienta a dos opciones contrapuestas: que los habitantes de Mahmud recuperen la soberanía alimentaria mediante el desempeño de la pesca tradicional, o que busquen alternativas a la pesca. En este último caso, es destacable que estas alternativas siempre están dirigidas al sector primario, sobre todo agricultura, y también artesanía.

Tan sólo dos respuestas integran los factores ambientales, sociales y económicos y por tanto parece evidente la dificultad de los alumnos para relacionar los distintos componentes del problema y realizar una propuesta cuya argumentación sea coherente con la complejidad real.

2. Grado de responsabilidad, vinculado al estilo de vida.

Solo la mitad de los alumnos aceptan su responsabilidad de modo directo, expresándose en primera persona. El resto asume la responsabilidad de forma parcial, ya que aunque hablan de grupos sociales a los que pertenecen, lo hacen de un modo distante, expresándose en tercera persona o en modo impersonal. Sólo excepcionalmente se refieren a la responsabilidad del gobierno de la zona.

La mayoría de estos alumnos realiza planteamientos genéricos enfocados a la sobreexplotación de los países desarrollados sobre los subdesarrollados o a la anteposición de intereses económicos sobre la conservación medio ambiental.

3. Propuestas y medidas para la solución del problema

Plantean medidas como la colaboración con ONG's u otras más generalistas como la exigencia de cambios legislativos, pero es interesante que casi la mitad de los alumnos enfocan la solución a un consumo responsable.

Los cambios en nuestra forma de consumo, se configuran como un elemento esencial en el camino de la sustentabilidad. Una postura más crítica y comprometida, incluiría reducir nuestro consumismo, aunque esta opción no ha sido planteada, excepto para el caso concreto de la perca.

4. El análisis de los *esquemas conceptuales* realizados por los estudiantes nos ha permitido establecer diferencias en sus ideas y plantear modelos mentales según sus actitudes, percepciones y creencias. Se han identificado seis modelos atendiendo a los criterios anteriormente señalados.

Los modelos evolucionan desde propuestas básicas y meramente descriptivas, que son las más frecuentes, a otras que exponen la problemática de forma adecuada incluyendo impactos e interrelaciones y asumiendo responsabilidades personales y las posibles soluciones.

El modelo descriptivo sencillo (Fig. 1) describe bastante bien el problema, parten de la etiqueta referida a la problemática ambiental: la perca del Nilo, e identifican los impactos sociales, ambientales y económicos que genera. Los estudiantes conocen bien el problema y sus implicaciones pero, sin embargo, no reconocen ninguna responsabilidad ni aportan posibles soluciones.



Fig. 1. -Modelo A: Esquema conceptual sobre la problemática de la perca del Nilo.

En el otro extremo, el modelo más complejo (Fig. 2) es el que más implicaciones personales refleja. Resulta interesante porque plantea el problema desde su origen, buscando las causas que lo provocan (Ejemplo: Intereses económicos de la sociedad occidental). Pero además de exponer correctamente los impactos y las relaciones que se dan entre ellas, en este modelo sí se alude directamente a la responsabilidad y a las soluciones. La responsabilidad se asume en cierto modo en primera persona ya que el alumno utiliza la etiqueta de "familias europeas". Sin embargo, las soluciones planteadas en su mayoría van destinadas a la recuperación de la situación original, sin

tener en cuenta que los problemas ambientales provocan situaciones que son irreversibles.

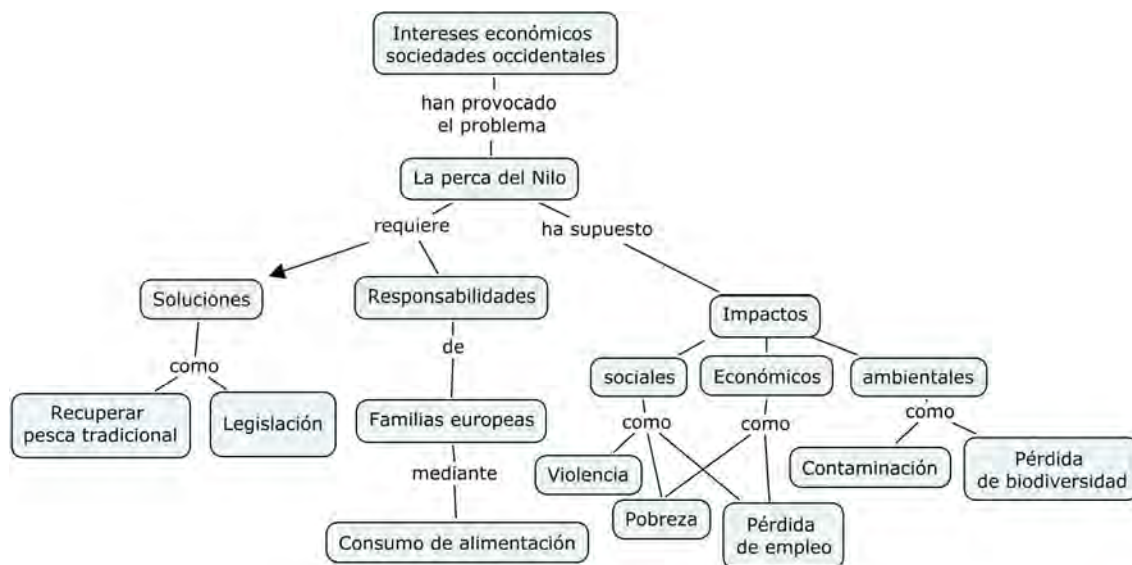


Fig. 2-Modelo E: Esquema conceptual sobre la problemática de la pesca del Nilo.

El resto de los modelos los podríamos considerar intermedios. Son capaces describir sus impactos pero varían en cuanto a la asunción de responsabilidades y la propuesta de soluciones. Algunos explicitan al principio el origen del problema, señalando la importancia de pasar de la pesca tradicional a la pesca industrial, especificando las causas y consecuencias.

Son interesantes las supuestas contradicciones que muestran los alumnos que, conociendo el problema ambiental y sus impactos, justifican, sin embargo, supuestos beneficios como la generación de empleo y la alimentación. Esto puede indicar la dificultad que supone para muchos ciudadanos cambiar su perspectiva cotidiana y su modo de vida y pasar a reflexionar desde otras situaciones alejadas pero también reales.

También cabe destacar la existencia de errores en la utilización de determinados conceptos o etiquetas como “empleo” que aparece alternativamente con significado positivo (generación de empleo) o negativo (desempleo) e incluso con ambos significados a la vez.

De forma general, los resultados muestran un alto grado de conocimiento del problema entre los alumnos, las diferencias se establecen en cuanto a su implicación personal. Al relacionar los modelos de cada estudiante con las respuestas a las cuestiones se han detectado algunas contradicciones que recomiendan un análisis más pormenorizado para lograr mejorar las conclusiones del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, B.; Wallin, A. (2000). Students' Understanding of the Greenhouse Effect, the Societal Consequences of Reducing CO₂ Emissions and the problema of Ozone Layer Depletion. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (10), 1096-1111.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011). *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España*. Síntesis de resultados. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Fox, K. (2006). Authentic alternatives to practical work. *School Science Review*, 88, 322, 45-51.

Gutiérrez, J.; Marcén, C. (2003) Educación ambiental e investigación en primaria desde la resolución de situaciones problemáticas socioambientales. *Aula de Innovación Educativa*, 121, 11-15.

Jaén, M. y De Pro, A. (2006) Análisis de las percepciones que tienen los estudiantes de educación ambiental sobre problemas sociales globales a través de los mapas de conceptos. En A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds) *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica.

Jaén, M. y Palop, E. (2011) ¿Qué piensan y cómo dicen que actúan los alumnos y profesores de un centro de Educación Secundaria sobre la gestión del agua, la energía y los residuos? *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (1), 61-74.

Korfiatis, K. (2005). Environmental education and the science of ecology: exploration of an uneasy relationship. *Environmental Education Research*. 11 (2), 235-248.

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.

Martínez, M.A. y Jaén, M. (2005). Educación Ambiental y resolución de problemas. Una aproximación a la perspectiva de los alumnos de Educación Ambiental de la universidad de Murcia. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra VII Congreso.

Morgensen, F.; Mayer, M.; Breiting, S.; Varga, A. (2009). Educación para el desarrollo sostenible. Tendencias, divergencias y criterios de calidad. *Monografías de educación ambiental*. 12. Barcelona: GRAO Y SCEA.

Novo, M. (2002). Globalización, cambio de paradigma y educación ambiental. En Novo, M. (Dir). *Globalización, crisis ambiental y educación*. Aulas de Verano. ISFP. MEC.

Schnack, K. (1998). Why focus on Conflicting Interests in Environmental Education?. In Ahlberg & Filho (Eds.). *Environmental Education for Sustainability: Good Environment, Good Life*, 83-96. Frankfurt am Main: Peter Lang, Europäischer Verlag der Wissenschaften.

ANEXO I

¿PERCA A LA PLANCHA O PERCA AL HORNO?

En la actualidad podemos encontrar muchas recetas a base de Perca del Nilo, un pescado fácil de conseguir y cargado de historia. Vamos a conocerla de manos de sus protagonistas:

Mahmud y su hermano acaban su jornada laboral. Viven en Uganda, uno de los tres países que circundan el lago Victoria. Los dos aún trabajan en una industria de procesado de pescado, que exporta Perca de Nilo a Holanda, y de ahí al resto de Europa, donde suele venderse como mero.

Al salir se han quedado junto a la orilla del lago. A los dos les encantaría tener el trabajo de su padre y su abuelo. Cuando ellos eran pequeños, todas las familias de pescadores tenían su propia canoa. No había perca pero pescaban muchos otros tipos de peces. Luego su madre, junto con las otras mujeres, los ahumaban o los secaban y lo vendían en los mercados vecinos. Entre todos fijaban el precio del pescado.

Desde que en los 60 introdujeron la perca del Nilo al lago, las cosas han ido cambiado. Al principio, hasta los años 80 la pesca aumentó considerablemente. La perca, que es un pez enorme, aportó muchos beneficios a todas las familias. Poco después, empresas extranjeras, ante el lucrativo negocio, y con apoyo de bancos internacionales, comenzaron a instalar empresas procesadoras y flotas pesqueras de alta tecnología.

De esta forma la mayoría de pescadores pasaron de tener su canoa a trabajar para estas empresas. Ya no tienen material de pesca propio, ni capacidad económica para competir. Incluso los que siguen pescando por su cuenta, venden el pescado a intermediarios a muy bajo precio, que no puede negociarse. Las mujeres pierden su trabajo porque ya no tienen pescado que vender. Algunas *atienden* en los bares a los aviadores que exportan el pescado y el SIDA se extiende con facilidad.

Aumenta el número de familias dependientes de las industrias y aunque la gente de los pueblos es la que pesca y la que procesa el pescado, han dejado de tener acceso a él. El hambre se está extendiendo, y encima ya no pueden recoger los restos del procesado de la perca ni las espinas, con las que se alimentaban, porque se usan para hacer harina de pescado, que también se exporta.

El lago ya no es el mismo. Los alrededores se deforestaron para la instalación de las industrias, que generan vertidos contaminantes, y la perca, de gran voracidad, ha supuesto que se extingan varias especies de peces del lago que antes se encargaban de mantenerlo limpio. Con todo eso y la sobreexplotación de alevines, las toneladas de pesca han disminuido tanto que numerosas empresas están invirtiendo en negocios más beneficiosos en otros lugares y muchas personas han perdido el trabajo. En consecuencia a este aumento de pobreza han comenzado conflictos armados entre los tres países del lago por la apropiación del precario negocio pesquero que se mantiene.

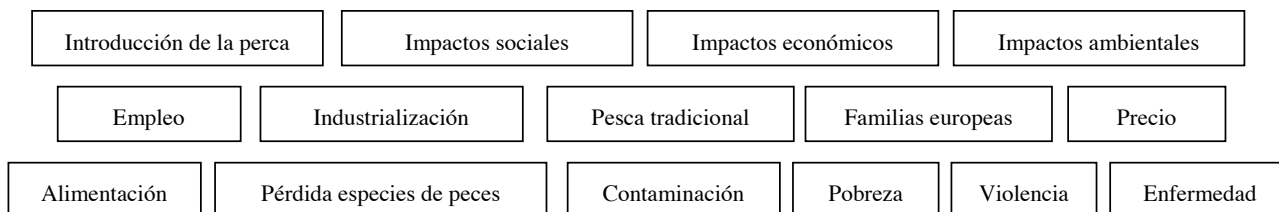
El gobierno se ha concentrado en esta guerra pero algunas ONG están desarrollando proyectos con el pueblo de Mahmud y otros para recuperar la pesca tradicional, que ya están dando pequeños resultados.



1. La introducción de especies es uno de los principales problemas ambientales de hoy en día. Comenta con tus compañeros cómo ha afectado la introducción de la perca en la familia de Mahmud.
2. ¿Qué solución podrían tener los problemas de Mahmud y su pueblo?
3. ¿En qué medida podemos ser responsables de la situación en la que viven estos pueblos del lago Victoria? ¿podríamos hacer nosotros algo para ayudar a solucionarlos?

Anotar vuestras conclusiones y debatirlas con el resto de la clase

A continuación te damos una serie de etiquetas, que debes relacionar a modo de mapa conceptual. Utiliza las que consideres necesario y añade las que creas oportunas para completar el mapa.



EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS DE ALUMNOS DE PRIMER AÑO DE FACULTAD

Falicoff, C. B.¹; Domínguez Castiñeiras, J. M.²; Odetti, H. S.¹

¹ *Departamento de Química. Cátedra de Química Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. UNL. Ciudad Universitaria Paraje El Pozo. CC 242. (3000) Santa Fe. Argentina. e-mail: falicoff@fcb.unl.edu.ar*

² *Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Facultade de Ciencias da Educación. USC. Avda. Xoan XXIII, s/n. 15704. Santiago de Compostela. España.*

RESUMEN:

En este trabajo se presentan resultados de una investigación más amplia (tesis de doctorado) que ponen de manifiesto con qué competencias científicas ingresan los estudiantes y con cuáles egresan, después de haber cursado el primer año de las carreras de Bioquímica y Biotecnología, en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral de Santa Fe (Argentina).

Se han diseñado, como instrumentos para obtener la información, dos cuestionarios adaptados de las pruebas que propone el informe PISA. El primero de ellos, para determinar las competencias científicas de los ingresantes y el segundo, para explorar la influencia que la enseñanza y el aprendizaje pudieran haber tenido sobre la adquisición de dichas competencias. Asimismo, se han elaborado instrumentos de análisis que han permitido transformar y categorizar la información obtenida, para la búsqueda de particularidades en la variable estudiada.

De la investigación, se han obtenido resultados que han permitido identificar determinadas características de los *currícula* universitarios, en las asignaturas de Química, que orientan sobre las prioridades para lograr una enseñanza de calidad que fomente el desarrollo de las competencias investigadas.

Palabras clave:

Competencias científicas, Enseñanza universitaria, Química.

INTRODUCCIÓN

El programa PISA 2006 (OCDE, 2006) centró la atención sobre la *Competencia científica*, entre otras, y pone énfasis en la necesidad de centrarse más en cómo y para qué se utilizan los conocimientos. Es decir, se valora más la facultad para resolver problemas que los conocimientos aprendidos de memoria (Bybee, 1997; Harlen, 2002).

Chamizo e Izquierdo (2007), entienden la *competencia científica* como el conjunto de capacidades que permiten saber, saber hacer, ser y vivir con otros en situaciones de la vida en las cuales se ha de decidir cómo actuar. Asimismo, Jiménez-Aleixandre (2010, 2011), destaca la competencia como la capacidad de aplicar lo aprendido a contextos y situaciones nuevas integrando los saberes conceptuales, las destrezas y las actitudes.

Argentina participó, como país asociado, junto con otros 56 países de todo el mundo, en el estudio PISA del año 2006. Los resultados alcanzados por los adolescentes argentinos (15 años) fueron alarmantes ya que, para la *competencia científica*, se obtuvo el puesto 51° (OECD, 2008). En el reciente estudio de 2009, la evolución fue negativa pues se obtuvo el puesto 56° de un total de 64 países (OECD, 2010).

Teniendo en cuenta la problemática indicada, coincidimos con Monereo *et al.* (2009) en la necesidad de mejorar el sistema educativo y en la oportunidad de hacerlo, justamente, a partir de las reflexiones que generan los resultados de PISA.

Objetivo

De lo indicado hasta aquí se deriva la importancia que han adquirido la formación basada en competencias y el contexto de aprendizaje en los nuevos *currícula*. De este modo el objetivo del presente trabajo es: evaluar con qué competencias científicas ingresan los estudiantes en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (primer curso de las carreras de Bioquímica y de Biotecnología) y con cuáles egresan, luego de haber cursado el primer año de las carreras mencionadas.

Consecuentemente con lo anterior se formulan los siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las *competencias científicas* con las que ingresan los alumnos en las carreras de Bioquímica y Biotecnología y cuáles son las adquiridas cuando terminan el primer año de las mismas? ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre las *competencias científicas* de los estudiantes en ambas orientaciones universitarias? ¿Qué *competencias científicas* son relevantes para establecer las prioridades para el diseño, implementación y evaluación de una enseñanza de calidad?

Cabe destacar que la enseñanza es una función secundaria de la mayoría de los científicos de la universidad que, por lo general, desarrollan habilidades de enseñanza como consecuencia de su práctica docente. Su limitada formación sobre metodología para la enseñanza de las ciencias y, por lo general, la escasa participación de los profesores universitarios de ciencias en la investigación sobre la enseñanza de las mismas, se pone de manifiesto en Dehaan (2005).

Como las carreras son cada vez más especializadas, la investigación sobre cuáles son los contenidos más apropiados de Química para los estudiantes de las diversas edades y orientaciones, así como qué metodologías de enseñanza se manifiestan más eficaces, adquiere cada vez más importancia (Gabel, 1999). Consecuentemente, hemos considerado relevante investigar qué ocurre en el nivel universitario argentino, específicamente en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral.

MÉTODO

Sujetos y características de la muestra:

Se realizó un estudio longitudinal durante el año 2010. Se inició con una muestra de 84 alumnos ingresantes de primer año: 47 de Bioquímica y 37 de Biotecnología. La selección de la misma se realizó según un muestreo estratificado para buscar homogeneidad dentro de cada estrato, y heterogeneidad entre los estratos.

Posteriormente, a fines del mismo año, se prosiguió la investigación con una muestra de 50 de los mismos alumnos: 27 de Bioquímica y 23 de Biotecnología. Esta disminución en el número de sujetos de la muestra fue debido al abandono voluntario o forzoso de una carrera, el cual puede ser transitorio o permanente. Durante ese año dichos

estudiantes cursaron, además de otras, las siguientes asignaturas relacionadas con el conocimiento químico: Química General y Química Inorgánica.

Instrumentos para obtener la información:

Se diseñaron dos cuestionarios de *competencias científicas* tomando como base las pruebas seleccionadas de PISA 2006 y adaptándolas al nivel universitario.

El primero, constituido por 17 preguntas, dividido en dos unidades, *lluvia ácida* (10) y *caries* (7), fue elaborado, a principios de 2010, para determinar las competencias científicas de los ingresantes.

El segundo, consistió en 15 preguntas, distribuidas en las mismas unidades, 8 y 7 respectivamente, fue elaborado a finales de 2010, para explorar la influencia que la enseñanza y el aprendizaje pudieran haber tenido sobre la adquisición de dichas competencias.

Se evaluaron tres niveles de descripción e interpretación -macroscópica, microscópica y simbólica (Johnstone, 1993)- de los conocimientos químicos, en contextos diferentes, considerados deseables desde el punto de vista del conocimiento académico. Cada pregunta se valoró con una puntuación máxima de 2 puntos y mínima de 0 puntos. Algunas de ellas, con una puntuación parcial de 1 punto.

En los Anexos 1 y 2, respectivamente, se reproducen dos ejemplos de las preguntas del primer y segundo cuestionario. Las preguntas se presentan en diferentes formatos y se resuelven mediante dos tipos de respuestas: de elección múltiple (normalmente entre cuatro alternativas) y de construcción (abierta o cerrada). Cada ejercicio comporta principalmente la aplicación de una de los tres tipos de capacidades científicas: *Identificar cuestiones científicas*, *Explicar fenómenos científicamente* y *Utilizar pruebas científicas*. Las áreas de aplicación se extraen de un abanico de situaciones de la vida. Para este estudio se han seleccionado: *Salud y Medio Ambiente*.

Para medir el grado de fiabilidad de los instrumentos se ha optado por el *Alfa de Cronbach*. Los estudiantes dispusieron de una hora para resolverlos. La información se recogió por escrito.

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 %). Para el análisis del rendimiento de las *competencias científicas* se consideró como línea de base el 50% del total de la puntuación, si todas las respuestas hubieran obtenido la puntuación máxima.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la *Tabla 1*, se exponen los resultados obtenidos para cada una de las competencias e instancias evaluadas, expresados en porcentaje de alumnos que alcanzaron los distintos niveles de desempeño. En dicha tabla se han establecido las siguientes categorías taxonómicas: RTCC: *rendimiento total de competencias científicas*. ICC: *identificar cuestiones científicas*. EFC: *explicar fenómenos científicamente*. UPC: *utilizar pruebas científicas*.

Calificación	% Estudiantes de 1º año				Competencias
	Inicio 2010		Fin 2010		
	Bioquímica	Biotecnología	Bioquímica	Biotecnología	
Nivel máximo (% puntuación alcanzada 100 a 70)	0	0	4	4	RTCC
	17	14	37	22	ICC
	0	0	7	0	EFC
	6	3	4	9	UPC
Nivel medio (% puntuación alcanzada 70 a 50)	23	3	26	26	RTCC
	43	35	30	26	ICC
	17	8	33	22	EFC
	64	65	30	39	UPC
Nivel bajo (% puntuación alcanzada < 50)	77	97	70	70	RTCC
	40	51	33	52	ICC
	83	92	60	78	EFC
	30	32	66	52	UPC

Tabla 1. Niveles de competencias científicas de los estudiantes en el primer año de las carreras de Bioquímica y de Biotecnología.

Los resultados permiten conocer la medida del rendimiento en *competencias científicas* del alumnado, con relación al tiempo de estudio y a las orientaciones académicas. Efectivamente, se puede observar en la Tabla 1:

Inicio de 2010:

- RTCC: en cuanto al *rendimiento total de competencias científicas*, en los primeros años de ambas carreras se observan valores bajos. En los primeros años de Bioquímica y Biotecnología, se encontró, respectivamente, que un 77% y 97% de los alumnos están por debajo del nivel básico fijado. Esto significa que para este nivel inicial la mayoría de los alumnos de estas carreras, aun habiendo aprobado el ingreso universitario, no poseen una base sólida de conocimientos y habilidades provenientes de la etapa escolar.
- ICC: resulta sorprendente que *identificar cuestiones científicas*, competencia centrada en aspectos de la metodología de la ciencia, sea la que mejores resultados presenta. Bioquímica y Biotecnología tienen, respectivamente, un 40% y un 51% de los alumnos por debajo del nivel básico fijado.
- EFC: *explicar fenómenos científicamente*, es probablemente la competencia más trabajada en las aulas ya que se basa en la aplicación de conceptos científicos. Sin embargo, se trata, en general, de la competencia con los resultados más bajos. Los primeros años de Bioquímica y Biotecnología tienen, respectivamente, un 83% y un 92% de los alumnos por debajo del nivel básico fijado. Ambos presentan 0% en el nivel alto, y en el caso de Bioquímica (17%) duplica a Biotecnología (8%) en el nivel medio. Primero de Bioquímica comienza con mejores resultados que Biotecnología.
- UPC: *utilizar pruebas científicas*, competencia centrada en las evidencias y la argumentación, presenta valores semejantes en ambas carreras. Bioquímica y Biotecnología presentan un 30% y un 32% por debajo del nivel básico fijado; y los porcentajes más altos en el nivel medio, 64% y 65%, respectivamente.

Fin de 2010, después de un año de instrucción:

- RTCC: en ambas orientaciones, en el *rendimiento total de competencias científicas*, se detecta un ligero incremento en el nivel máximo. El alumnado, tanto en Bioquímica como en Biotecnología, muestra un ligero aumento en los porcentajes del nivel más alto (4%-4%), aunque la mayoría se distribuyen entre los niveles medio (26%-26%) y bajo (70%-70%). Considerando que se trata de alumnos con un año de estudio de carreras universitarias, estos hallazgos son llamativamente muy bajos. Si comparamos ambas carreras, Biotecnología alcanza los mejores resultados.
- ICC: *identificar cuestiones científicas* es la competencia que muestra mayor incremento en el nivel máximo en las dos orientaciones (37%-22%). No obstante, en Bioquímica la mejora es más significativa pues en Biotecnología el valor del nivel bajo sigue casi igual (52%).
- EFC: en las dos carreras, *explicar fenómenos científicamente* es la competencia que revela la mayor disminución en el nivel bajo de 83% a 60% en Bioquímica y de 92% a 78% en Biotecnología. Aún cuando en Bioquímica se eleva el valor de los porcentajes tanto del nivel medio (33%) como del máximo (7%), en Biotecnología lo hace solamente en el nivel medio (22%). Si se comparan ambas carreras, en Bioquímica se comienza con mejores resultados y mejora con la instrucción en mayor medida que en Biotecnología.
- UPC: es llamativo que *utilizar pruebas científicas* sea la competencia en la que más aumenta el porcentaje de estudiantes en el nivel bajo; en Bioquímica de 30% a 66% y en Biotecnología de 32% a 52%. En particular, en Bioquímica, se advierte que disminuyen el nivel máximo y medio, casi duplicando el bajo. En Biotecnología disminuye el nivel medio y aumenta ligeramente el máximo (9%). Comparativamente, en las dos modalidades los alumnos comienzan con valores de base semejantes y no mejoran con la instrucción, menos aún en Bioquímica.

CONCLUSIONES

Cabe aclarar que la instrucción en primer año es la misma para los alumnos de las dos carreras. En coincidencia con esto último, en RTCC, los resultados mejoran con la instrucción, los valores se incrementan, y no se obtienen diferencias significativas entre Bioquímica y Biotecnología. Comparativamente y en función de las competencias evaluadas, en ICC y EFC los alumnos de Bioquímica desarrollan y mejoran en mayor grado estas capacidades, mientras que la competencia que tiende a incrementar en forma apreciable en el grupo de Biotecnología es la UPC.

Se podría mejorar el rendimiento, si a la hora de diseñar, implementar y evaluar el currículo, se hiciera más énfasis en las *competencias científicas*, con las siguientes prioridades:

- Interpretar las evidencias científicas y la elaboración y comunicación de conclusiones. Identificar los supuestos, evidencias y razonamientos que fundamentan las conclusiones y también la reflexión sobre las implicaciones sociales de los desarrollos de la ciencia y la tecnología.
- Insistir en las explicaciones científicas cualitativas, haciendo énfasis en la aplicación del conocimiento de conceptos científicos en una situación dada, describiendo o interpretando fenómenos y prediciendo cambios.

- Identificar problemas que son posibles de investigar científicamente. Conocer las principales características de una investigación. Reconocer palabras clave para realizar una búsqueda de información.

Se ha de señalar que el punto de partida de cada estudiante puede ser diferente, ya sea por su capacidad innata o por su experiencia laboral o personal y que, además, la competencia está en constante evolución, se actualiza constantemente, por lo que adquiere importancia relevante cómo se progresa en su desarrollo. Por otra parte, es difícil que las competencias se puedan valorar únicamente con pruebas escritas, por lo que sería necesario evaluar las acciones del alumnado y los procesos de autoevaluación (Brown y Glasner, 2003).

Las implicaciones que este nuevo enfoque genera sobre el trabajo del profesorado en general y sobre la docencia en particular, ponen de manifiesto que la evaluación ha de ser coherente con el resto de elementos del diseño formativo y, en consecuencia, ha de llevar asociadas actividades evaluativas por competencias. (Gijbels, Van de Watering & Dochy, 2005).

Somos conscientes de que una investigación más amplia sobre la evaluación y evolución de las *competencias científicas* de los alumnos, podría proporcionar una mayor comprensión de las dificultades de los estudiantes y recursos de los docentes a la hora de desarrollar y mejorar las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Brown, S. & Glasner, A. (Ed.) (2003). *Evaluar en la universidad. Problemas y nuevos enfoques*. Madrid: Narcea.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth NH: Heinemann.
- Chamizo, J. A. & Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique*, 51, 9-19.
- Dehaan, R. (2005). The impending revolution in undergraduate science education. *Journal of Science Education and Technology*, 14(2), 253-269.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76 (4), 548-554.
- Gijbels, D.; Van de Watering, G. & Dochy, F. (2005) Integrating assessment tasks in a problem-based learning environment. *Assessment and evaluation in higher education*, 30, 73-86.
- Harlen, W. (2002). Evaluar la alfabetización científica en el programa de la OCDE para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 209-216.
- 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 Jiménez Aleixandre, 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. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 701 – 705.

Monereo, C. (Coord.); Álvarez, I. M.; Canal, M.; Castelló, M.; Cerrato, P.; Corcelles, M.; Duran, D.; Gómez, I.; Lemus, R.; Núñez, M.; Serrano, S. & Vicente, L. (2009). *PISA COMO EXCUSA. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*. Barcelona: Graó.

OCDE (2006). *PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Último acceso el 20 de febrero de 2009, desde <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9806034E.PDF>

OCDE (2008). *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*. Madrid: Santillana Educación, S. L.

OECD (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. Último acceso el 10 de diciembre de 2010, desde <http://www.oecd.org/dataoecd/54/12/46643496.pdf>

ANEXO 1

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 3

Diseña un experimento científico para comprobar que la lluvia ácida corroe el mármol.....

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 3

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta debe contener una descripción del método utilizado en el que se identifiquen el problema objeto de investigación, las variables que intervienen (lluvia ácida/mármol) y los efectos o reacciones que se producen (relación entre variables).

El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (mármol) fueron causados por la variable independiente (agua ácida).

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye una descripción de condiciones, pero no establece variables ni una relación causa-efecto.

Ninguna puntuación

- Otras respuestas.

- Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentarios:

Se pretende que el alumno elabore un diseño experimental netamente cualitativo, por cuanto la respuesta debe contener la descripción del método utilizado que permita demostrar que los cambios en la variable dependiente (mármol) son causados por la variable independiente (agua ácida). Es decir, se pretende que establezca con precisión una relación causa-efecto.

ANEXO 2

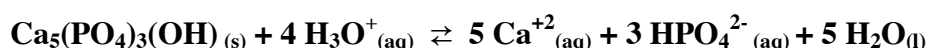
CARIES DENTAL: Pregunta 6

El componente inorgánico del esmalte que cubre los dientes se llama hidroxiapatito/a, un hidroxifosfato de calcio.

Los ácidos generados como productos del metabolismo de los carbohidratos por la placa bacteriana producen un descenso del pH. A un pH por debajo de 5,5 el hidroxiapatito reacciona, se disuelve y empiezan a aparecer caries.

a) ¿Qué entiendes por pH?

La siguiente ecuación química simboliza la reacción antes mencionada:



b) Utilizando tu conocimiento químico explica detalladamente la reacción anterior

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 6**Máxima puntuación: 2 puntos**

a) El pH es el logaritmo negativo (en base 10) de la actividad del ión hidronio. Este concepto brinda una idea de acidez y/o de basicidad: el pH del agua pura es 7, el de una solución ácida es menor que 7 y el pH de una solución básica es mayor que 7.

b) Las caries comienzan cuando los ácidos $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ reaccionan con el hidroxiapatito/a ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_{(s)}$) del esmalte, el sólido se disuelve. Estos iones hidronio reaccionan con el hidroxilo para formar agua, en paralelo se produce el anión hidrógeno fosfato de calcio.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye uno solo de los incisos de manera correcta.

Ninguna puntuación

- Otras respuestas.

- Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos y vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la explicación e interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos y la utilización de modelo macroscópico.

Conceptualización de la materia

Autores: *Fernández Durán, E. y **Solano Martínez, I.

*Departamento de Física Teórica y del Cosmos. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. efedu@ugr.es

**Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Murcia. isolano@um.es

RESUMEN

Se expone el desarrollo de las tres primeras concepciones de la materia, basadas en la correcta evolución mental. La primera que corresponde a la generalización del grandor o registro individual, que la evolución mental otorga a los cuerpos. La segunda que indica la estructura basada en lo geométrico (figura y tamaño) y la tercera que agrega a las anteriores la sustancia, acabando por ser la más básica de dichas propiedades materiales. Se indican las desviaciones usuales y su origen histórico, para que la concepción actual más extendida identifique la materia con la masa. Se indica que la falta de delimitación entre las concepciones de sustancia y materia, entre inercia y peso, así como entre peso y masa, se encuentran en la base de las dificultades para las concepciones adecuadas de materia. Se propone la enseñanza explícita de cada concepción de materia según la edad de los discentes.

Palabras clave

Primeras identidades, grandor, identidad, materia, figura, tamaño, sustancia, peso, masa, inercia.

INTRODUCCIÓN

Según el diccionario manual e ilustrado de la Lengua Española, *Materia es la substancia extensa e impenetrable, capaz de recibir toda especie de formas.*

Pero según dicho diccionario, *Substancia es cualquier cosa con que otra se alimenta y nutre y sin la cual se acaba. Cosa es todo lo que tiene entidad, ya sea corporal o espiritual, natural o artificial, real o abstracta. Entidad es lo que constituye la esencia o la forma de una cosa. Ente o ser.*

Las anteriores definiciones ponen de manifiesto que siempre se acaba formando círculos viciosos. La ruptura de estos círculos viciosos sólo es posible cuando se conocen cuáles son los vocablos con los que se designan las primeras identidades, porque estas primeras identidades son la base y el fundamento, en que se apoyen todas las definiciones (Fernández, Jiménez y Solano, 2007a).

Las primeras identidades se encuentran en la base de toda estructura conceptual, pero su reconocimiento presenta un gran problema. Porque una mente sólo necesita reconocer sus primeras identidades cuando su estructura conceptual pierde estabilidad.

La pérdida de estabilidad de una estructura conceptual se genera cuando se sustituyen las primeras identidades por convenios, así como cuando se incorporan a ella nociones e ideas, como si fuesen conceptos (Fernández, Jiménez y Solano, 1999).

La estabilidad de la nueva estructura conceptual depende de las relaciones establecidas entre las primeras identidades y las nociones e ideas, integradas en la estructura conceptual y del conjunto de convenios adoptados (Fernández, Solano y Jiménez, 2005). Éstos suelen ser elevados al carácter de dogmas, como muestran los fanatismos de todo tipo, ya sean religiosos, políticos, sociales, locales, profesionales, científicos, utópicos, etc.

Una estructura conceptual puede debilitarse hasta tal grado, que las ideas y nociones sustituyan a conceptos o identidades netamente establecidas, lo que implica sustituir sus elementos esenciales por trivialidades. También se puede alcanzar un grado de debilidad estructural extrema, cuando el conjunto de convenios adoptado elimina las relaciones básicas de la estructura conceptual.

En ambos casos la estructura conceptual se fragmenta y se impone el predominio de la subestructura más usada. Esto es reconocido en parte cuando se alude a la deformación profesional, ya sea en el proceso formativo o como conducta adoptada, como ocurre en el denominado síndrome de Estocolmo.

La subestructura conceptual dominante puede tener entre sus elementos principales contenidos emocionales, lo que originará neurosis (Dar, Kahn y Carmeli, 2012). En el otro extremo, las relaciones estructurales se limitan a las relaciones que soporta el conjunto de convenios de la subestructura conceptual dominante, lo que se denomina esquizofrenia (Brown, 2011).

Los problemas surgen cuando las relaciones de las subestructuras conceptuales se aplican a otros conjuntos informativos accesibles a la mente, pues se aplican a estos conjuntos informativos relaciones estructurales que no poseen. Esto es lo que expone el astrónomo cuando diserta sobre filosofía desde el conjunto de relaciones con el que estructura la astronomía, lo que expone el matemático cuando diserta sobre física, lo que expone el físico cuando diserta sobre lo religioso, el religioso cuando diserta sobre lo social, el sociólogo cuando diserta de economía, el sindicalista cuando habla de política, etc.

Dada la gran diversidad de las estructuras conceptuales de los lectores y sus diferentes grados de estabilidad, todo intento de establecer las primeras identidades a partir de sus estructuras conceptuales estaría destinado al fracaso. Por ello se ha elegido la exposición del proceso que permite alcanzar las primeras identidades (Fernández, Jiménez y Solano, 2007a), pero aún éste se enfrenta a la dificultad que emana de la artificialidad de la vida diaria actual (White y Stoecklin, 1997).

PROCESO MENTAL DE ADQUISICIÓN DE LAS PRIMERAS IDENTIDADES

Es evidente que ningún niño nace con una estructura conceptual y que ésta se va estableciendo en un proceso duradero (Johnson y Munakata, 2005). Hacia los seis o siete años, aparece la primera estructura de identidades (McCormack y Hoerl, 2007; Matan y Carey, 2001). Este proceso era más o menos claro, cuando la información disponible por el niño era la que emanaba de su entorno familiar y de su contacto directo con la naturaleza (White y Stoecklin, 1997), lo que permitía decir que el niño adquiriría el “uso de razón” a los seis, siete años. El niño utiliza en dicho proceso una serie de herramientas neurológicas y mentales, entre las que cabe destacar la imitación, la disociación, la asociación y la memorización (Casey, Galvan y Hare, 2005; Johnson y Munakata, 2005). Entre las herramientas básicas de la evolución mental destaca la disociación, porque ella es la que permite estructurar los bloques informativos recibidos por los sentidos corporales. La disociación es un proceso que inicia la mente

modificando el funcionamiento del sistema neuronal y no aparece en ningún otro ser vivo. La memorización es la base en la que se apoya la disociación y sin ella la evolución sería imposible (McCormack y Hoerl, 2007).

En la actualidad, la mayoría de los bloques informativos proceden de fuentes artificiales tecnológicas y tergiversan la información que emana de lo natural. Por ello, la evolución neuronal se adapta, rectificando los procesos neuronales que fueron establecidos durante millones de años, y el conjunto mental logrado puede llegar a carecer de estructura y de conexión con las necesidades básicas y sociales (White y Stoecklin, 1997). Esto es lo que muestran los jóvenes inadaptados de las generaciones actuales, cuyos máximos exponentes son los que se ha dado en denominar generación NI-NI.

En la enseñanza actual de todos los niveles, es posible encontrar como herramienta básica del funcionamiento mental, imitaciones complejas. Éstas suelen ser evaluadas, incluso por profesionales de la enseñanza, como pertenecientes a una estructura conceptual; pero nada más alejado de la realidad, porque son bloques informativos globalizados (Fernández, Jiménez y Solano, 2010b). Estos bloques globalizados carecen de elementos y estructura, es decir, de conceptos y de relaciones entre ellos, por lo que no pueden utilizarse para identificar dichos conceptos en otros conjuntos ni para aplicar sus relaciones en casos concretos, a menos que estas aplicaciones también hayan sido memorizadas, como ocurre con los problemas tipo.

Los primeros registros cerebrales que poseen individualidad, respecto de los conjuntos de información simultáneos de los sentidos corporales en los que se integran, se deben a dos características. La primera es que presentan delimitación propia o intrínseca (Krnel, Glazar y Watson, 2003), y que dicha delimitación es potenciada por el sistema neuronal (Matlin y Foley, 1996). La segunda es que la mente utiliza esta delimitación potenciada para establecer registros cerebrales separados del resto de los bloques informativos en los que son recibidos por los sentidos corporales. La cualidad de poseer registros individuales es lo que se denomina identidad (Fernández, Jiménez y Solano, 2007a). Los cuerpos son los elementos informativos que poseen delimitación propia y son los primeros que adquieren identidad. La correspondencia entre estos registros cerebrales individuales y los cuerpos, es biunívoca, lo que se reconoce como evidencia. Con posterioridad la mente forzará delimitaciones en otros bloques informativos y establecerá nuevos registros individuales que constituirán identidades (Smith, Carey y Wiser 1985); pero la evidencia de estas nuevas identidades dependerá de la delimitación intrínseca que posea aquello a lo que representan. Las identidades evidentes son iguales para todas las mentes; porque su individualidad depende de la delimitación intrínseca que poseen (Fernández, Jiménez y Solano, 2004). Las demás identidades son distintas para cada mente, porque las delimitaciones de los bloques informativos son distintas; aunque posean partes comunes. Si la delimitación que posee una identidad es pequeña, la parte común de dicha identidad para distintas mentes será pequeña, por ejemplo, la libertad.

Las identidades de los cuerpos constituyen el primer conjunto mental estructurado. Con posterioridad los cuerpos son agrupados por similitudes de sus registros cerebrales y los registros cerebrales resultantes son independientes del conjunto de cuerpos al que representan, constituyendo un concepto. La estructura resultante es la primera estructura conceptual. El conjunto de relaciones estructurales es lo que se denomina operaciones mentales. Cuando la estructura es de identidades las operaciones mentales se denominan concretas y cuando la estructura es de conceptos se denominan abstractas.

CONCEPCIÓN DE LA MATERIA

La Materia es todo lo que emite estímulos para todos los sentidos corporales. Por esto toda mente posee alguna noción o idea, de materia. El concepto de Materia representa o da identidad al conjunto de identidades de todos los cuerpos. La primera propiedad común que poseen todos los cuerpos es la delimitación. La delimitación no está restringida al contorno o perfil, aunque éste permita asociarle identidad como ocurre con las “figuras chinescas”; sino que se establece sobre el conjunto de relaciones espaciales intrínsecas de los cuerpos para constituir el grandor. Por esto el concepto de grandor constituye la primera propiedad que da identidad a la Materia (Wagner y Carey, 2003; Fernández, Jiménez y Solano, 2007a).

El grandor es tan básico que sin él no podrían establecerse las denominadas “porciones de materia” de líquidos y gases. Un trozo de hielo es un cuerpo, que puede pasar a ser una porción de líquido si el potencial térmico adquiere un cierto valor y una porción de gas si el potencial térmico adquiere un cierto valor mayor. Esta porción de líquido o gas, sólo puede conservar su individualidad (Fernández, Solano y Jiménez, 2006), si se le delimita con un cuerpo al que se denomina recipiente.

Todos los recipientes cumplen la condición de no mezclarse con la porción de materia que contienen y no permiten que partes de dichas porciones atraviesen su estructura. Así un saco de lona puede ser un recipiente de trigo, pero no puede serlo para una porción de agua. Un jarro de cerámica puede ser un recipiente para agua, pero no para una porción de gas. Una botella de vidrio puede ser un recipiente para una porción de gas, pero debe estar dotada de un tapón adecuado.

Toda identidad implica un registro cerebral individual; pero la delimitación necesaria para ello puede provenir de delimitación intrínseca, como ocurre con los cuerpos, o de convenios aceptados por la mente. En este caso los convenios pueden no contener componente emocional alguna, como ocurre en la delimitación que da identidad a los denominados sistemas físicos, que son los elementos básicos de la física, o contener componentes emocionales, como son las identidades asignadas a los héroes.

El grandor no sólo es el volumen, como se expone en aquellas pocas definiciones de materia que lo incluyen como una de sus propiedades. El grandor también contiene las clases informativas correspondientes a la figura y el tamaño, así como aquellas otras de la estructura de las que dependen la figura y el tamaño.

Las figuras son estructuras de orientaciones incompletas, figura de mono, figura de palmera, figura de árbol, figura de planta leñosa, figura de pimiento, etc. Los tamaños surgen de comparaciones entre figuras similares. Las estructuras de orientaciones de las figuras pueden completarse y tomar determinación, constituyendo formas, como son el cono, la esfera, la pirámide, el prisma, el cilindro, etc. La determinación del tamaño de las formas constituye el volumen y por extensión los tamaños que pueden determinarse por inmersión o sumersión, también son volúmenes.

Los escritos de Platón y los de todos los Escolásticos (Duhem, 1989), están plagados de esta propiedad general de los cuerpos con el vocablo forma y en la mayoría de los usos, dicho vocablo constituye la esencia y la totalidad de la materia. Esto es lo que muestra Descartes cuando afirma que lo geométrico es la esencia de todo lo que existe (Descartes, 1997).

Las generalizaciones que se establecen sobre los cuerpos, pero que son externas a ellos no son propiedades de la materia, por ejemplo la localización no es una propiedad de la materia, aunque todos los cuerpos son localizables. Tampoco son propiedades de la materia las generalizaciones que atañen solo a grupos de cuerpos, por ejemplo la vida es

una propiedad de muchos cuerpos, pero no es propiedad de la materia, pues hay cuerpos sin vida.

CONCEPCIÓN DEL PESO A PARTIR DE LAS NOCIONES DE LO DENSO Y LO LIVIANO

El proceso que sería las concepciones de figura y tamaño, desde su disociación del grandor hasta los conceptos de forma y volumen, es simultáneo con el que sería las concepciones de denso y liviano, desde su aparición, gracias a la relevancia de la información muscular por la comparación de grandores, hasta el concepto de peso y su posterior extrapolación al de densidad (Fernández, Jiménez y Solano, 2007a).

Las ideas de denso y liviano, aparecen asociadas a las clases de información contenidas en el esfuerzo muscular y en el grandor (Smith, Carey y Wiser, 1985), con excepción de las correspondientes a la figura y el tamaño. En una primera etapa las ideas de denso y liviano, se disocian del esfuerzo muscular y se agrupan en una sola identidad que subyace a la figura y al tamaño, por lo que se denomina substrato. En una etapa posterior el substrato se disocia de aquellas propiedades generales de los cuerpos que son externas, como el color, el brillo,... y de la figura, pasando a denominarse sustancia.

El substrato se disocia de la figura, gracias a los cuerpos deformables; pero la sustancia persiste asociada al tamaño.

La disociación entre la sustancia y el tamaño, solo se puede conseguir mediante la balanza, porque solo ésta permite establecer la constancia de la sustancia y su identidad disociada de toda otra propiedad general de los cuerpos. Esta identidad se le reconoce con la denominación de sustancia (Fernández, Jiménez y Solano, 2007b).

El tamaño y la sustancia, constituyen dos magnitudes básicas de la física, porque sus observables poseen constancia. La determinación numérica del tamaño se denomina volumen y la de la sustancia peso (Fernández, Jiménez y Solano, 2004) y son estas determinaciones las que admiten los criterios de igualdad y suma. El peso se conoce desde la más remota antigüedad de la que se tiene noticia escrita, siendo utilizado para los intercambios comerciales y las compensaciones tributarias (Ezequiel, 4:10 KJV).

La figura, el tamaño y la sustancia, constituyen propiedades generales e internas, de los cuerpos, por lo que son propiedades que dan identidad a la materia. La figura y el tamaño, dependen del tipo de estructura atómica o molecular, que posee el cuerpo, la sustancia depende del conjunto atómico o molecular, siendo independiente del tipo de estructura, por lo que la sustancia o su determinación numérica el peso, es más básico que el tamaño y la figura. Esto es lo que mostraba la práctica de vender el aceite de oliva por peso y no por volumen, hasta finales del siglo XX.

BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA GENERACIÓN Y EVOLUCIÓN DE LA CONFUSIÓN ENTRE LOS CONTENIDOS ASIGNADOS A LOS VOCABLOS PESO, MASA (INERCIA) Y MATERIA

La Ilustración abandona la rigurosa ciencia de los escolásticos y opta por concepciones sencillas que admiten gran divulgación. Esto lleva a confundir materia y sustancia, como se expone en la Definición Primera del Principia de Newton “La cantidad de materia es la medida de la misma originada de su densidad y volumen conjuntamente” (Newton, 1987).

La trivialidad de lo anterior se pone en evidencia al considerar que ya en la época de Arquímedes, la densidad era el cociente entre el peso y el volumen (Heath, 1897), por lo que al multiplicarla por el volumen lo que se obtiene es el peso. Pero la anterior definición inicia una desviación conceptual aún mayor sobre el concepto de sustancia y su determinación numérica, el peso, al identificar la “inercia” de los escolásticos (Duhem, 1989) con dicha “cantidad de materia” y al denominarla masa.

La sustitución de la inercia por la masa se consolida con los escritos de autores como Euler, Lagrange, Laplace, etc. (Truesdell, 1975). La Comisión Internacional de Pesas y Medidas, adoptaría el convenio que sustituye la denominación de peso por la de masa, confirmando la falta de distinción entre los conceptos de inercia, materia y peso (su masa), a pesar de ello la Comisión siguió siendo de Pesas y Medidas (si se hubiese denominado de Masas y Medidas se habrían quedado sin la asignación legal para la que fue constituida) (Fernández, Jiménez y Solano, 2011).

Los muelles, inicialmente usados para valorar las “fuerzas”, fueron denominados dinamómetros y sus escalas se dieron en dinas, newtones o kilogramos-fuerza. Luego se usaron en sustitución de las balanzas, pero con escalas sin unidades y con las adecuadas cajas de pesas, por lo que se denominaron balanzas de resorte. Sin embargo, acabaron siendo usadas sin la correspondiente caja de pesas (como dinamómetros) y con sus escalas dadas en kilogramos, por lo que sus resultados siguieron denominándose pesos (Fernández, Jiménez y Solano, 2010a).

Los resultados de las balanzas que usan cajas de pesas, sean las tradicionales de brazos o las de resorte, son invariables frente a los cambios de lugar, y se denominan pesos por usar las cajas de pesas para dar los resultados. Los resultados de las “balanzas de resorte” usadas sin caja de pesas, dependen del lugar y deben estar rotuladas en newtones, porque sus indicaciones son “fuerzas”.

Nadie ha dado una definición de masa distinta de la de Newton y éste afirmó: “A esto (la cantidad de materia según antes expuesta) llamo en lo sucesivo cuerpo o masa” y por si aún quedara duda sobre la confusa masa, Newton afirma que “se hace manifiesta por el peso, pues por medio de experimentos muy exactos con péndulos, hallé que era proporcional al peso, como después se demostrará”. Por supuesto Newton nunca expuso esta demostración y nadie la podrá exponer, porque el batir del péndulo no depende del peso ni de la masa usurpadora de su identidad. Además, Newton establece la identidad de la masa dependiente del peso (... hallé que era proporcional al peso...).

Aún hay más, la masa tendría que determinarse en un experimento con movimiento, pues se estableció y confirmó para dicha fenomenología, pero nunca se insinuó en la fenomenología de la quietud. Todavía hay más, si fuesen consecuentes los defensores de la masa, el uso de la balanza de brazos iguales tendría que denominarse “masada”, sus resultados “masados”, las pesas, “masadas” y las cajas de pesas, “cajas de masadas”

CONCLUSIÓN

Este trabajo expone las tres primeras concepciones de materia que muestra la evolución mental: la del grandor, la que integra figura y tamaño, y la que integra figura, tamaño y sustancia (su determinación por el volumen y el peso, o por su relación la densidad). A pesar de ello, en la actualidad, casi todos los científicos solo la asocian a la sustancia, la mayoría la denominan masa y algunos químicos peso.

Hay otras concepciones de materia que agregan propiedades estructurales y que son intuitivas por aquellos que la suponen compuesta de átomos y moléculas. Pero para llegar

a ellas hay que delimitar de manera exhaustiva materia y sustancia, inercia (masa) y peso, sustancia y peso.

CONSIDERACIONES SOBRE EL CONCEPTO DE MATERIA PARA LA ENSEÑANZA

La enseñanza debe desarrollar el concepto de materia que esté acorde con la evolución mental y la estructura conceptual lograda por los discentes. Para ello generará las nociones adecuadas y desarrollará las ideas correspondientes, delimitándolas hasta transformarlas en conceptos. Por ello, las ideas del grandor son adecuadas para los discentes hasta la edad de los 8 ó 9 años, las de figura y tamaño lo son para discentes hasta los 13 años y las de sustancia, lo son en adelante.

BIBLIOGRAFÍA

Brown, A. S. (2011). The environment and susceptibility to schizophrenia. *Progress in Neurobiology*, 93(1), 23-58.

Casey, B. J., Galvan, A. y Hare, T. A. (2005). Changes in cerebral functional organization during cognitive development. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), 239-244.

Dar, R., Kahn, D. T. y Carmeli, R. (2012). The relationship between sensory processing, childhood rituals and obsessive-compulsive symptoms. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 43(1), 679-684.

Descartes, R. (1997). *Los principios de la filosofía*. Madrid: Alianza Editorial.

Duhem, P. (1989). *Le Système du Monde. Histoire des Doctrines Cosmologiques de Platon a Copernic. Tome VII*. Paris: Hermann.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (1999). Reinterpretación de algunas conclusiones de investigaciones del proceso cognitivo de tiempo. En C. Martínez Losada & S. García Barros (Eds.), *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales. XVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 315-326). A Coruña: Servicio de Publicaciones de la Universidad de A Coruña.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2004). Sobre las Conservaciones de Piaget. En P. Díaz Palacio y otros (Eds.), *La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea* (pp. 521-527). San Sebastián: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

Fernández Durán, E., Solano Martínez, I. y Jiménez Gómez, E. (2005). Sobre la divisibilidad hasta el infinito (Análisis de los experimentos usados para investigar la presencia de dicha norma en los niños con edades comprendidas entre 6 y 13 años). *Enseñanza de las Ciencias, Número extra*.

Fernández Durán, E., Solano Martínez, I. y Jiménez Gómez, E. (2006). La identidad de los líquidos en la obra de Piaget. En A.L. Cortés Gracia y M. D. Sánchez González (Eds.), *Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad. XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. Sesión IX. N° 96). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2007a). La Primacía de la Información Física. En M.C. Carrión Pérez y otros (Eds.), *XXXI Reunión Biental de la Real Sociedad Española de Física y 17° Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. Comunicaciones científicas* (pp. 148). Granada: R.S.E.F.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2007b). Un caso concreto sobre la Didáctica y la Historia de la Física (El Peso y la Masa). En M.C. Carrión Pérez y otros (Eds.), *XXXI Reunión Bional de la Real Sociedad Española de Física y 17º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. Comunicaciones científicas* (pp. 161). Granada: R.S.E.F.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2010a). Does the term dynamometer reflect its linguistic meaning? What should be called: forcemeter, wattmometer, joulemometer...? Why? En I. Marulcu y M. Barnett (Eds.), *Contemporary science education research: international perspectives* (Ankara, Turkey: Pegem Akademi).

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2010b). La enseñanza general y algunas de sus variables (justificación de las dificultades de la enseñanza actual). En Consejo Escolar de la Región de Murcia (Ed.), *Nuevas Tendencias en la enseñanz de las ciencias y las ingenierías* (pp. 429-438). Murcia: C.E.R.M.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2011). La masa frente al peso (los convenios frente a la razón). En M.T. Barriuso Pérez (Ed.), *Reunión Bional de la Real Sociedad Española de Física y 21º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. Tomo II*. Santander: PubliCan, Ediciones de la Universidad de Cantabria.

Heath, T. L. (1897). *The works of Archimedes*. Cambridge: University Press.

Huntley-Fenner, G., Carey, S. y Solimando, A. (2002). Objects are individuals but stuff doesn't count: perceived rigidity and cohesiveness influence infants' representation of small groups of discrete entities. *Cognition*, 85(3), 203-221.

Johnson, M. H. y Munakata, Y. (2005). Processes of change in brain and cognitive development. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(3), 152-158.

Matan, A. y Carey, S. (2001). Developmental changes within the core of artifact concepts. *Cognition*, 78(1), 1-26.

Matlin, M. W. y Foley, H. J. (1996). *Sensación y percepción*. (3ª ed.) México: Prentice Hall Hispanoamericana.

McCormack, T. y Hoerl, C. (2007). Young children's reasoning about the order of past events. *Journal of Experimental Child Psychology*, 98(3), 168-183.

Newton, I. (1987). *Principios matemáticos de la Filosofía natural. Libro I*. Madrid: Editorial Tecnos.

Smith, C., Carey, S. y Wiser, M. (1985). On differentiation: A case study of the development of the concepts of size, weight, and density. *Cognition*, 21(3), 17-237.

Truesdell, C. (1975). *Ensayos de Historia de la Mecánica*. Madrid: Tecnos.

Wagner, L. & Carey, S. (2003). Individuation of objects and events: a developmental study. *Cognition*, 90(2), 163-191.

White, R. y Stoecklin, V. L. (1997). Children's Outdoor Play & Learning Environments: Returning to Nature. White Hutchinson Leisure & Learning Group. Último acceso el 13 de marzo de 2012 desde

<http://www.whitehutchinson.com/children/articles/outdoor.shtml>.

LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA DE UN RECURSO: EL AGUA.

Fernández, J. y García, J.E.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla. jferarr10@us.es.

RESUMEN

En la presente comunicación se aborda la problemática que supone, en relación con la temática del agua, conocer cuáles son los procesos que acontecen en la construcción del conocimiento significativo en el caso de los alumnos y alumnas de 1º de Bachillerato de un centro de secundaria de la ciudad de Sevilla. Para ello a lo largo de tres meses fue realizada una intervención educativa, en el marco de la elaboración de una tesis doctoral, en la que fue aplicada una programación didáctica sustentada en los principios básicos de la perspectiva constructivista del aprendizaje, la perspectiva epistemológica de la complejidad y la investigación del alumnado.

Palabras clave

Agua, Educación ambiental, Constructivismo, complejidad, investigación.

INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo esta investigación, hemos tomado como elemento central, el conocimiento que han adquirido los alumnos y alumnas de un grupo de 1º de Bachillerato mediante el uso de una determinada propuesta metodológica basada en la investigación del alumno. La temática en torno a la que ha girado dicha propuesta, ha sido el uso, consumo y contaminación del agua.

Dentro del enfoque tradicional que la Educación Ambiental (E.A. en adelante) ha llevado a cabo dentro de la temática del agua, cabe destacar, por su insistente aparición, las campañas de ahorro de agua de carácter informativo y puntual (Hopper y Nielsen, 1991). Algunos estudios posteriores a estas campañas demostraron que, efectivamente, se produjo una disminución en el consumo (Mangas, Martínez y Pedauyú, 1997). No obstante, debido a los problemas metodológicos que presentaban los diseños experimentales, los instrumentos de evaluación empleados o el tratamiento de datos aplicado, coincidimos con algunos autores (Leeming et al., 1993) en que debemos relativizar las conclusiones obtenidas. En cuanto a las carencias que existen en el tratamiento de la temática del agua en EA, éstas se corresponden con las carencias teóricas de la EA y, más concretamente, con el predominio de un modelo activista en la práctica de la EA (Fernández, 2010; Cano, 2009; García 2004)

En nuestra experiencia hemos tenido como referentes dos modelos educativos:

a) Modelo de Enseñanza – Aprendizaje: tomamos como referencia el modelo de Investigación en la escuela en el que se le da especial relevancia a los aspectos didácticos y el ajuste de la intervención, basándose en la investigación de los participantes. Se sustenta en los paradigmas teóricos de la Perspectiva constructivista del aprendizaje (Cubero, 2005; García, 2004; Coll y otros 1992), la Perspectiva

epistemológica de la complejidad (García, 1997, 1998, 1999 y 2004) y la Investigación del alumnado (García Pérez, 2000; García, 2004).

b) Modelo de Educación Ambiental: dentro de la diversidad de modelos de EA que podemos encontrar hoy en día, esta investigación toma como referente el modelo de Perspectiva integradora (García, 2004).

OBJETIVOS

La propuesta metodológica de esta investigación, se encuentra inmersa en dos paradigmas metodológicos (Benayas, Gutiérrez y Hernández, 2003):

a) Investigación descriptiva (Guba, 1981; Pérez Gómez, 1989; Shulman, 1989): estamos ante un estudio de caso en el cuál se describen los fenómenos basándonos en la observación que se realiza en el ambiente natural (el aula). Este paradigma tiene como objetivo comprender la naturaleza de los procesos de enseñanza y aprendizaje desde la perspectiva de los participantes, e identificar aquellos factores que sustentan la enseñanza y la actividad comunicativa.

b) Investigación-acción (Elliot, 1993; Latorre, 2007): el objetivo principal de la intervención educativa desarrollada ha sido llegar a conclusiones con clara vocación de ser aplicadas. Podemos resumirlo en dos puntos: 1) la identificación tanto de los procesos de transición desde un pensamiento simple hacia otro complejo, como de las aportaciones que las perspectivas constructivistas realizan a la temática del uso, consumo y contaminación del agua y 2) la aplicación práctica y tangible de ambas identificaciones en la EA.

Los objetivos marcados en esta investigación tratan de responder a los siguientes problemas de investigación: 1) qué concepciones tiene el alumnado y cómo cambian las mismas en el desarrollo de una secuencia de actividades sobre el agua, en relación con su percepción de lo evidente, 2) en qué medida el alumnado es capaz de adoptar posiciones más relativistas, 3) cómo de amplio es el abanico de variables que considera el alumnado cuando el estudio gira en torno a las diversas problemáticas que presenta el agua 4) cuál es el número y la complejidad de relaciones que se reconocen en cuanto al recurso hídrico. Cómo cambia dicha concepción.

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

El estudio de caso se ha llevado a cabo en un grupo de 1º Bachillerato de la Modalidad de Ciencias y Tecnología en un Instituto de Educación Secundaria de Sevilla capital, durante el curso 2010/11. El grupo estaba constituido por 27 alumnos, de los cuales 15 son chicas (55,55 %) y 12 chicos (44,45 %). Las edades estaban comprendidas entre los 15 y los 16 años. Dos alumnos eran repetidores. Uno de los alumnos cambió de modalidad a mediados de curso, por lo que se optó por no incluirlo en el estudio, quedando la muestra en 26 alumnos.

Propuesta metodológica desarrollada en el aula

La metodología empleada ha sido longitudinal con la idea de conocer los cambios producidos en el alumnado, así como sus causas, ya que hemos realizado observaciones repetidas y ordenadas en el tiempo (Rabadán y Flor, 1998). En la experiencia hemos analizado los procesos que permiten al alumnado evolucionar sus concepciones sobre el uso, consumo y la contaminación del agua, por lo que el carácter procesual también ha estado presente. La metodología se articula mediante una secuencia de actividades. Dentro de dicha secuencia, hemos seleccionado siete actividades que son las que más

información aportan respecto a los cambios cognitivos acontecidos en el alumnado. Esta es la razón por la que las actividades, que presentamos en este trabajo, no aparecen numeradas correlativamente. A su vez, hemos distribuido estas siete actividades en tres grupos: el primero compuesto por tres actividades, el segundo por dos actividades y el tercero por otras dos actividades. A la hora de crear estas agrupaciones, hemos buscado aunar actividades de similar naturaleza. Esto ha permitido realizar un análisis en el tiempo de la evolución del pensamiento complejo del alumnado.

En el presente trabajo nos centramos en el análisis de las siguientes actividades:

Actividad 2: se ha usado un cómic sobre el Ciclo del agua donde solo existe una viñeta completada (ver Figura 1). El resto de viñetas (y por lo tanto el orden) lo completaron el alumnado. Su objetivo es hacer explícita la idea del alumnado sobre el Ciclo del agua. La cuestión que se ha planteado en dicha actividad ha sido: “¿De dónde viene el agua? ¿A dónde va? Completa las viñetas del siguiente cómic.”

Actividad 18: se ha pedido al alumnado que desarrollen paso a paso los lugares y procesos por los que pasaría una gota de agua a lo largo de su vida. El objetivo fue el mismo que en la actividad 2, es decir, conocer la idea de Ciclo del agua que tiene el alumnado. Sin embargo, con esta actividad, se produce un cambio de contexto. En este caso no existen viñetas a las que ceñirse, sino que deben desarrollar la respuesta con palabras, en un formato de redacción libre. La cuestión que se plantea en dicha actividad es: “Eres una gota de agua. Desarrolla paso a paso los lugares y procesos por los que pasarías a lo largo de tu vida”

Actividad 21: se repite la misma cuestión que en la actividad 2 (ver Figura 1), conformando una actividad de cierre.

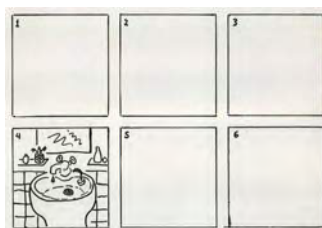


Figura 1.

Instrumentos de investigación

Para la selección de las técnicas, nos hemos basado en la necesidad de cubrir la recogida de datos desde tres puntos de vista diferentes: lo que el alumnado piensa, lo que dice y lo que hace. Las utilizadas han sido las siguientes: a) observación directa, observación participante, b) recogida de información en el diario de clase del profesor, c) observación de las producciones, d) cuestionarios, e) entrevistas y f) grabaciones de audios de las sesiones de clase.

Hipótesis

Respecto a las hipótesis de partida, se resumen en la progresión de las ideas que esperábamos se diesen en el alumnado a lo largo de todo el proceso investigativo:

Hipótesis nº 1: se espera que el alumnado pase de considerar únicamente factores muy evidentes y que son fácilmente perceptibles, a tener en cuenta aspectos del micro y macrocosmos que, inicialmente, para ellos son prácticamente inexistentes. Con mucha dificultad se logrará que el alumnado cambie el lugar donde sitúa su foco de atención, relacionando entre sí estos niveles: macro, meso y microcosmos.

Hipótesis nº 2: es previsible que el alumnado maneje muy pocos puntos de vista al comienzo del proceso para, en etapas más avanzadas, considerar diversas maneras de ver el mismo hecho.

Hipótesis nº 3: posiblemente, al inicio de la secuencia de actividades, el alumnado considerará escasas variables y pocas relaciones entre ellas. Conforme avance el proceso el número de variables aumentará.

Hipótesis nº 4: al igual que en el caso de las variables, el número de relaciones entre ellas será inicialmente bajos en los momentos iniciales, para aumentar progresivamente conforme el proceso vaya madurando, aumentando en número.

Sistema de categorías

Los datos obtenidos de las actividades, han sido analizados utilizando un sistema de categorías general, que posteriormente hemos adaptado para cada una de las actividades. *El sistema de categorías general* esta compuesto por cuatro categorías. Dentro de cada una de ellas se desarrollan unas *hipótesis de transición*. Éstas permiten dar coherencia al proceso de construcción de conocimientos por parte del alumnado y a las dificultades que encuentran en dicho proceso. Para establecer la naturaleza de la progresión hemos optado por utilizar como criterio el conjunto de dimensiones (y la transición correspondiente) propuesta por García (1994, 1995, 1997 y 1998) y García y Rivero (1996), como transición desde un pensamiento simple hacia otro complejo. En todo caso las categorías de análisis comienzan por las ideas más simples que puedan ofrecer el alumnado, hasta llegar a un cierto grado de complejidad.

En la primera categoría hemos buscado conocer el grado con que el alumnado se centra en lo evidente. En la segunda categoría hemos analizado el grado de uniperspectivismo / pluriperspectivismo. Con la tercera categoría abordamos el grado de complejidad alcanzado por los estudiantes respecto a los elementos considerados. Finalmente la cuarta categoría analiza el grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas. Este sistema de categorías general, se va adaptando a las diversas actividades analizadas. Para las actividades 2, 18 y 21 se resume en la Tabla 1. En este sistema de categorías solo aparecen las categorías 2, 3 y 4 ya que han sido las categorías para las que hemos obtenido información en estas actividades.

Categoría 2: Grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo.
2.a. Respuestas muy cerradas y tradicionales.
2.b. Considera diferentes opciones en uno ó dos parámetros.
2.c. Considera diferentes opciones en más de dos parámetros.
Categoría 3: Grado de complejidad en cuanto a los elementos considerados.
3.a. Considera solo elementos tradicionales. Ej: Llueve en las montañas, llueve sobre los embalses, etc.
3.b. Reconoce al mismo tiempo los procesos de potabilización y depuración.
3.c. Tiene en cuenta diferentes recorridos al caer (infiltración, escorrentía, etc) y diferentes orígenes (pozos, manantiales, embalses, ríos, desalinizadoras).
Categoría 4: Grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas.
4.a. No existe la noción de ciclo.
4.b. Existe la noción de un ciclo cerrado tradicional.
4.c. Existe la noción de ciclo más abierto con diferentes opciones.

Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque el abanico de resultados obtenidos con esta investigación ha sido amplio, el modo más coherente de presentar dichos resultados, a nuestro entender, es clasificándolos mediante las categorías analizadas en las actividades 2, 18 y 21. A continuación expondremos dichos resultados, ejemplificando alguna de las categorías.

Categoría 2

Los resultados obtenidos en toda la muestra para la categoría 2, grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo, en los niveles “a”, “b” y “c” de las actividades 2, 18 y 21 se resumen en la Tabla 2. Como se observa en la Figura 2, donde representamos líneas de tendencia en cuanto al grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo, la actividad 18 presenta los mayores valores para el nivel “c”. Los valores del nivel “b” varían poco entre la actividad 2 y 18, por lo que el ascenso del nivel “c” se produce a costa del descenso del nivel “a”. Por tanto pocos alumnos y alumnas evolucionan desde el nivel “b” hacia el nivel “c”, mientras que un número significativo lo hacen desde el nivel “a” al nivel “c”. Una vez en la actividad 21, los valores del nivel “c” y “a” se restablecen a niveles similares a los presentados en la actividad 2, siendo el nivel “b” el nivel al que regresan los alumnos que anteriormente habían llegado a “c”.

Categoría 3

Los resultados obtenidos en toda la muestra para la categoría 3 en los niveles “a”, “b” y “c” de las actividades 2, 18 y 21, en relación con el grado de complejidad en cuanto a los elementos considerados, se resumen en la Tabla 3. Como se observa en la Figura 3, donde hemos representado líneas de tendencia en relación con el grado de complejidad en cuanto a los elementos considerados, se produce una dinámica muy similar a la comentada anteriormente para la categoría 2. En el paso de la actividad 2 a la actividad 18, los niveles “a” y “b” sufren un descenso en el número de casos por la evolución del alumnado desde estos niveles hacia el nivel “c”. Estas dos evoluciones supone que los niveles “b” y “c” se igualen en la actividad 18. Finalmente los niveles “a”, “b” y “c” retoman valores similares a los que presentaban en la actividad 2.

Categoría 4

Los resultados obtenidos en toda la muestra para la categoría 4 en los niveles “a”, “b” y “c” de las actividades 2, 18 y 21, en relación con el grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas, se resumen en la Tabla 4. Como se observa en la Figura 4, donde hemos representado líneas de tendencia en relación con el grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas, en la actividad 2 los niveles “a” y “b” muestran un número de casos muy similar. Sin embargo el nivel “c” no presenta ningún caso. El paso de la actividad 2 a la actividad 18 supone una evolución desde el nivel “a” (cuyos valores descienden), hacia los niveles “b” y “c” (cuyos valores ascienden). En la actividad 21, por el contrario, se produce un retorno desde el nivel “c” (cuyos valores descienden), hacia los niveles “a” y “b” que ascienden.

	Act. 2	Act. 18	Act. 21
a	51,85%	17,65%	42,30%
b	37,03%	29,41%	46,15%
c	11,11%	52,94%	11,54%

Tabla 2.

	Act. 2	Act. 18	Act. 21
a	33,33%	17,65%	26,92%
b	59,26%	41,17%	65,38%
c	7,40%	41,17%	7,70%

Tabla 3.

	Act. 2	Act. 18	Act. 21
a	48,15%	11,76%	23,07%
b	51,85%	58,82%	69,23%
c	0%	29,41%	7,70%

Tabla 4.

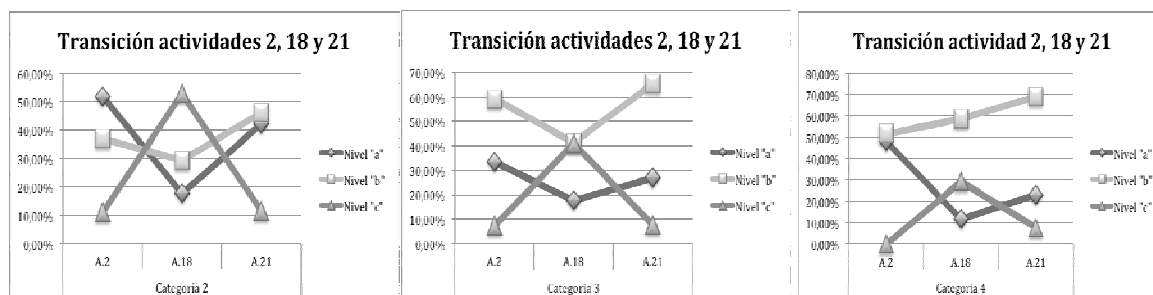


Figura 2.

Figura 3.

Figura 4.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS.

A continuación expondremos las conclusiones. Para mantener la coherencia interna de la investigación hablaremos de conclusiones relacionadas con la evolución del conocimiento del alumnado, conclusiones sobre la relación entre la intervención didáctica realizada y la evolución del conocimiento del alumnado, y por último las conclusiones de tipo metodológico.

a) conclusiones relacionadas con la evolución del conocimiento del alumnado: por un lado, en la *categoría 2* (grado de uniperspectivismo y pluriperspectivismo) el alumnado no presenta dificultades para *evolucionar* desde el nivel “a” hacia el nivel “b” y desde el nivel “b” al nivel “c”. Es decir, llegar al *nivel “c”*, parece que no presenta excesivas dificultades. No obstante el retorno desde el nivel “c” hasta el *nivel “a”*, pasando por el nivel “b” se produce con la misma facilidad. En esta categoría 2 los niveles donde se mantienen la *mayoría* del alumnado en la última actividad son los *niveles “a” y “b”*. En la *categoría 3* (grado de complejidad en cuanto a los elementos considerados) se repite la *misma dinámica* de fáciles evoluciones y retornos entre los niveles “a”, “b” y “c” que se producen en la categoría 2. Sin embargo, el nivel donde se establecen la *mayoría* del alumnado al final del proceso, ya no es el nivel “a” y “b”, sino solo el *nivel “b”*. Por último, en la *categoría 4* (grado de complejidad en cuanto a las relaciones consideradas), se repite la *misma dinámica* de fáciles evoluciones y retornos entre los niveles “a”, “b” y “c” que se producen en la categoría 2 y 3. Sin embargo hemos de destacar, que pese a estas evoluciones y retornos, en ningún momento del proceso deja el *nivel “b”* de *aumentar* en número de casos, erigiéndose como el nivel donde se mantiene la mayoría del alumnado.

b) conclusiones sobre la relación entre la intervención didáctica realizada y la evolución del conocimiento del alumnado: la intervención didáctica que hemos desarrollado, *ha permitido la evolución* de un número significativo de alumnos desde un pensamiento simple hacia otro complejo. Las *razones* por las que pensamos se ha logrado esta evolución son: por un lado hemos tenido en cuenta las ideas previas del alumnado a la hora de diseñar las actividades planteadas, determinando los contenidos que más les interesaban y los que menos. Además hemos establecido un hilo conductor común para todas las actividades: las diferentes fases por la que puede pasar el agua en su uso y consumo y las circunstancias que rodean a la contaminación de la misma. También hemos constituido fases de inicio, desarrollo y cierre dentro de cada actividad, donde hemos establecido periodos de acción - reflexión. Finalmente hemos diseñado un número suficientemente amplio de actividades como para realizar un proceso completo de enseñanza y aprendizaje. *Sin embargo*, al igual que se produce dicha evolución, el alumnado también presenta *retornos*. Las *razones* que apuntamos como principales

desde esta investigación son, por un lado, los cambios de contexto que se producen entre una y otra actividad. Pese a que hemos establecido un hilo conductor común para todas las actividades, el contexto de cada una de ellas resultó muy diferente entre sí. Por otro lado, el carácter puntual de esta intervención educativa, sin una continuidad más prologada en el tiempo. Quizás una intervención que englobara varios cursos lograría una eficaz transferencia de conocimiento relativamente independiente de los cambios de contextos.

c) conclusiones de tipo metodológico: como ya hemos mencionado anteriormente, no hemos logrado que todas las actividades diseñadas presenten la *misma naturaleza* de contexto. Esto ha supuesto por un lado que solamente algunas actividades puedan ser tenidas en consideración a la hora de realizar un análisis de la evolución del conocimiento del alumnado. Por otro lado, las *respuestas* vienen *condicionadas* por dicha naturaleza de contexto. Como ejemplo podemos citar la actividad 18, donde la respuesta narrativa que se solicita da lugar a un nivel de complejidad mayor que en las respuestas de las actividades 2 y 21, planteadas con un lenguaje más icónico y directo como es el formato de viñetas. Finalmente, el establecimiento de *tres niveles* de complejidad dentro de cada categoría (“a”, “b” y “c”) nos ha permitido diferenciar claramente las evoluciones y retornos entre dichos niveles.

En resumen el alumnado, en el proceso de construcción del conocimiento, es capaz de evolucionar y retornar con la misma facilidad desde un pensamiento simple a uno complejo y viceversa. Son necesarias futuras investigaciones que conformen la influencia de las limitaciones metodológicas planteadas sobre estos hechos.

BIBLIOGRAFÍA

- Benayas, J., Gutiérrez, J. I. y Hernández, N. (2003). *La investigación en educación ambiental en España*. Madrid: Organismo Autónomo de Parques Naturales.
- Cano, M. I. (2009). La investigación escolar: un asunto de enseñanza y aprendizaje en la Educación Secundaria. *Investigación en la Escuela* 67, 63–79.
- Coll, C.; Colomina, R.; Onrubia, J. y Rochera, M.J. (1992). Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 59-60, 189-232.
- Cubero, R. (2005). *Perspectivas constructivistas*. Barcelona: Graó.
- Elliot, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación acción*. Madrid: Morata.
- Fernández, J. (2010). Investigando el agua en Bachillerato. *Investigación en la Escuela* 70, 21– 30.
- García, J.E. (1994): El conocimiento escolar como un proceso evolutivo: aplicación al conocimiento de nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela*, 23, 65 -76.
- García, J.E. (1995). *Epistemología de la complejidad y enseñanza de la ecología: el concepto de ecosistema en la educación secundaria*. Tesis Doctoral. Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.
- 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. *a Alambique*, 14, 37-48.

- García, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa de los contenidos escolares*. Sevilla: Díada Editora.
- García, J. E. (1999): Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en educación ambiental. *Investigación en la Escuela*, 37, 15-32.
- García, J. E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad*. Sevilla: Díada Editora.
- García, J. E. y Rivero, A. (1996): La transición desde un pensamiento simple a otro complejo, en el caso de la construcción de las nociones ecológicas. *Investigación en la Escuela* 28, 23–36.
- García Pérez, F.F. (2000). Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela. *Scripta Nova*, 64. (<http://www.ub.es/geocrit/sn-64.htm>).
- Guba, E. (1981). Criterios de credibilidad en la investigación naturalista. En: Gimeno Sacristán y Pérez Gómez (1989). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: AKAL/Universitaria.
- Hopper, J.R. y Nielsen, J.M. (1991): Recycling as altruistic behavior. Normative and behavioral strategies to expand participation in a community recycling program. *Environment & Behavior*, 23(2), 195-220.
- Latorre, A. (2007). *La investigación–acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.
- Leeming, K.C., Dwyer, W.O., Porter, B.E. y Cobern, M.K. (1993): Outcome research in Environmental Education: a critical review. *Journal of Environmental Education*, 24(4), 8-21.
- Mangas, V.J., Martínez, P. y Pedauy, R. (1997): Analysis of environmental concepts and attitudes among Biology degree students. *Journal of Environmental Education*, 29(1), 28-33.
- Pérez Gómez, A. (1989). Paradigmas contemporáneos de investigación didáctica. En: Gimeno y Pérez (1989). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: AKAL/Universitaria.
- Rabadán, J.M. y Flor, J.I. (1998): La modificación de la práctica docente: un estudio longitudinal en el tiempo. *Alambique*, 15, 67.
- Shulman, L.S. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En: WITTROCK, M.C.: *La investigación de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós Educador/MEC.

Ciencias para el Mundo Contemporáneo desde la perspectiva del profesorado

Alma M^a Figueroa Varela y Cristina Martínez Losada

Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña.

Correo alma.figueroa@udc.es

RESUMEN

El siguiente trabajo pretende conocer qué objetivos consideran prioritarios los docentes en la enseñanza/aprendizaje de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC) y describir la importancia que le conceden a los diferentes bloques de contenidos y contenidos concretos de la asignatura de CMC. Se ha trabajado con 50 profesores/as colaboradores, que enseñan la nueva asignatura, implantada desde el curso 2008/09, en centros públicos de la provincia de la Coruña. Los participantes han facilitado datos mediante un cuestionario que posteriormente se ha analizado. Los resultados muestran un grupo de profesores muy homogéneo, en su mayoría licenciados en Biología con una amplia experiencia como docentes. El objetivo principal que consideran los participantes es el relacionado con el aprendizaje de contenidos y teorías científicas, sin embargo la mayor parte hace también referencia a más de tres tipos diferentes de objetivos, relacionados con la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad, el uso de procedimientos, la aplicación y el tratamiento de la información y los valores. Los docentes participantes conceden mayor importancia a los bloques de contenidos curriculares: “Vivir más, vivir mejor” y “Hacia una gestión sostenible del planeta”, y también a sus contenidos concretos. Lo indicado muestra un sesgo hacia aquellos contenidos más relacionados con la Biología, a pesar de que CMC es una asignatura interdisciplinar.

Palabras clave: CMC, profesorado, competencia científica, post-obligatoria, cambio/desafío metodológico.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la educación científica en la etapa post-obligatoria estaba dirigida a la formación de profesionales o especialistas. No se contemplaba la posibilidad de atender las necesidades de conocimiento científico del alumnado de los itinerarios de ciencias sociales, humanidades ni artes, y, por tanto de contribuir al desarrollo de la competencia científica de este sector tan amplio e indispensable de la población. Sin embargo, no debemos olvidarnos que el número de consumidores de ciencia, frente al de productores, es indiscutiblemente mucho mayor, por ello su formación ha de ser contemplada en primer plano y no como un apéndice.

La asignatura de CMC es nueva en el currículo español pero cuenta con otros precedentes: “*Science for Public Understanding (SUP)*” en Gran Bretaña y Ciencias para la Ciudadanía en Francia (udPPc) (Millar y Hunt, 2006). Este marco europeo nos muestra la importancia que se le está concediendo a la formación científica post-obligatoria de los futuros ciudadanos. Concretamente en España la propuesta de CMC no trata de reproducir los patrones de una ciencia propedéutica, ni en los contenidos, ni en la metodología que persigue (AA.VV., 2006; Pro Bueno, 2008). Se centra en

contenidos científicos relacionados con la vida diaria y con los últimos avances en los campos de la: Biología, Geología, Física, Química y Tecnología, impregnados de una carga social, que busca no solo el mero conocimiento, sino también la reflexión por parte de los alumnos/as. En consecuencia, no se trata de la mera memorización de teorías científicas y resolución mecánica de ejercicios tipo, sino de hacer avanzar en la competencia científica del ciudadano culto de siglo XXI.

El profesorado que asume el reto de enseñar CMC en estos primeros años (Vázquez, Jiménez y Mellado; 2009) se enfrenta no solo a la docencia de una nueva asignatura, si no a un verdadero desafío metodológico, pues deberá enseñar a alumnos/as, con formaciones científicas y perspectivas académicas muy diversas, a valorar los avances científicos, a ser capaces de ser críticos con las noticias e informaciones recibidas de los medios de comunicación, a comprender las repercusiones de la incidencia de la ciencia/tecnología en la sociedad; en general a analizar y profundizar más en su entorno.

Los profesores/as se encuentran con un factor limitante de su actividad docente que son sus conocimientos iniciales (Gil, 1991). Para licenciados en una disciplina concreta, organizar la enseñanza de una materia interdisciplinar como CMC puede llevarlos a dedicar más tiempo a la parte relacionada con su formación, seguir más el libro de texto sin cuestionarlo y tener serias dificultades para guiar a los alumnos/as a que superen sus dificultades, así como para realizar cambios y actividades innovadoras. Esto provoca inseguridad en el profesor y baja confianza en sí mismo y en la docencia de la ciencias (Appleton, 1995; Harlen y Holroyd, 1997; Mellado, 2003).

De acuerdo con lo indicado este trabajo pretende:

- Caracterizar al profesorado participante en el estudio.
- Conocer qué objetivos consideran prioritarios los docentes en la enseñanza/aprendizaje de Ciencias para el Mundo Contemporáneo.
- Describir la importancia que los docentes conceden a los diferentes bloques de contenidos curriculares y a contenidos concretos preseleccionados de la asignatura de CMC.

METODOLOGÍA

En este trabajo han participado voluntariamente 50 profesores/as que enseñan CMC en centros públicos de la provincia de la Coruña. Los datos, recogidos en el año 2011, han sido aportados mediante una encuesta que consta de dos apartados. El primero de ellos incluye cuestiones sobre los años de experiencia docente del profesor/a titulación académica y Departamento al que pertenece, cursos en los que impartió CMC, motivos por los cuales la ha impartido y grado de coordinación con otros profesores/materias.

El segundo apartado incluye tres cuestiones. En la primera, de carácter abierto, los docentes deben indicar cinco objetivos/finalidades de la asignatura CMC. En las otras dos cuestiones los profesores tienen que valorar la importancia que otorgan a los distintos bloques de contenidos curriculares- Nuestro lugar en el universo, Vivir más; vivir mejor, etc-, y a contenidos concretos preseleccionados. Se eligieron contenidos variados correspondientes a bloques de contenidos relativos a las distintas áreas de conocimiento (biología y geología, física y química y tecnología) (ver *Tabla 5*, apartado de resultados).

Las respuestas correspondientes a las preguntas cerradas se analizaron directamente. Respecto a los objetivos citados por los docentes, se establecieron diferentes categorías de respuesta (ver *Tabla 3*, apartado de resultados). Cabe destacar, que algunos enunciados hacían mención a más de un objetivo, contabilizándose un total de 315 referencias.

RESULTADOS

Los docentes participantes pertenecen en su mayoría al departamento de Biología Geología, y excepto 2 todos son Licenciados en Biología (Tabla 1). Solo 5 profesores pertenecen al Departamento de Física y Química y son todos ellos Licenciados en Química. En cualquier caso, el rango de experiencia docente más frecuente es el de 20 a 30 años (37% de los participantes) seguido muy de cerca por el rango de más de 30 años (27%).

Licenciado/a	Profesores/as	Departamento		Experiencia docente
Biología	42	44	Biología y Geología	
Geología	1			
Farmacía	1			
Química	5	5	Física y química	
Física	0			
Filosofía	1	1	Filosofía	

Tabla 1 Datos sobre el perfil de profesorado participante

Por otra parte cabe señalar que la asignatura se comenzó a impartir en el curso 2008/09, es decir se han sucedido 3 cursos de docencia, en los cuales, 19 profesores/as han impartido todo el tiempo de vida de la asignatura. También es interesante destacar, que de los 18 docentes que han asumido docencia de CMC tan solo un curso, 13 lo han hecho en el curso 2010/11. Además, el 76% del profesorado manifiesta, que eligió enseñar CMC libremente, aunque los motivos de tal elección son de índole muy diversa. Los más frecuentes son de tipo personal, en concreto, 19 profesores mencionan el interés de los contenidos que se abordan.

ELECCIÓN PROPIA		Motivo		Nº de docentes
		SI N=37	Personales	Interés de los contenidos.
Reto metodológico.	5			
Preferencia de los alumnos de bachiller.	4			
Externos	Organización de la docencia en el departamento.		7	
Otros	Otros motivos		2	
NO N=13	Externos	Organización de la docencia en el departamento.	3	
	Otros	No dan motivos	10	

Tabla 2 Motivos por los que los docentes eligen la materia CMC

De los encuestados, solo 23 reconocen que se coordinan con otros profesores y mencionan fundamentalmente dos motivos: a) para evitar solapamiento de contenidos con otras asignaturas y ser más eficientes, y b) para la elaboración de materiales didácticos en común. La coordinación, en todos los casos se produce con otros profesores/as de CMC o con docentes de Biología y Geología/Física y Química.

Con relación a los objetivos citados por los profesores cabe destacar que la mayoría aportan enunciados correspondientes a 3 ó más tipos (Figura 1), lo cual nos muestra que los participantes en el estudio son conscientes de la necesidad de desarrollar objetivos variados en el aula.

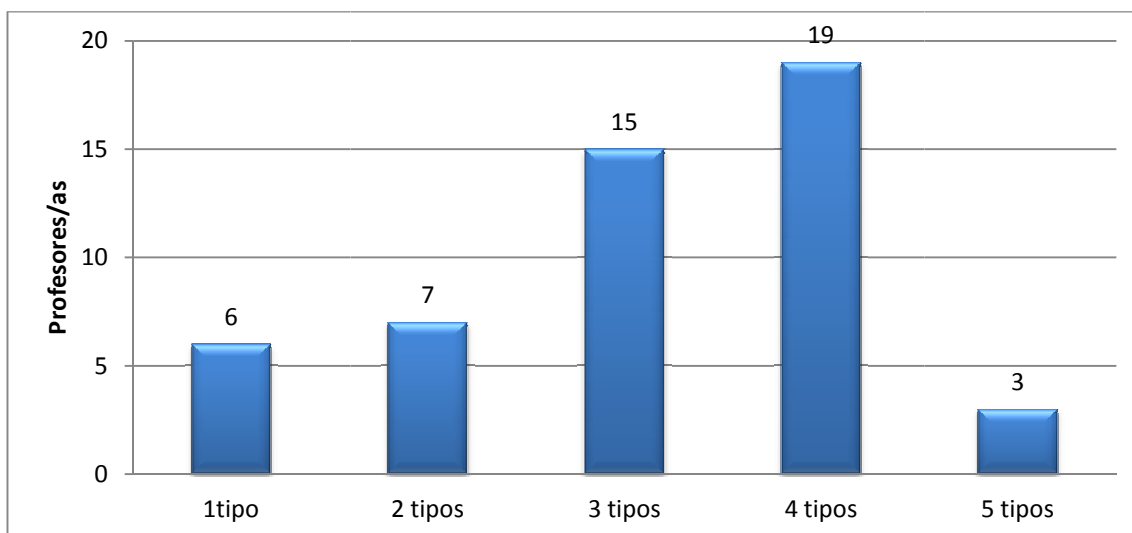


Figura 1 Número de profesores que hacen referencia a distintos tipos de objetivos

Categorías	Objetivos N=315	
Aprender los conocimientos científicos actuales. Teorías científicas y contenidos puramente conceptuales.	86	27,3%
Conocer la influencia de la ciencia con la sociedad y la vida cotidiana. Relación Ciencia-sociedad.	36	11,4%
Desarrollar comprensión de la información científica desde una perspectiva crítica.	42	13,3%
Utilizar los conocimientos científicos para desenvolverse a nivel personal y social. Utilitarismo de la ciencia.	45	14,3%
Valorar las repercusiones positivas y negativas, que han tenido los avances científicos para las personas y sus sociedades.	34	10,7%
Desarrollar la competencia científica para la vida (argumentar, debatir, analizar información, tomar decisiones...)	49	15,5%
Valorar la ciencia como parte de la cultura.	11	3,5%
Otras respuestas	12	3,8%

Tabla 3 Objetivos de la materia CMC señalados por los profesores

Sin embargo, como se puede apreciar en la *Tabla 3*, el objetivo más citado (27% del total) es el correspondiente al “Aprender los conocimientos científicos actuales. Teorías científicas y contenidos puramente conceptuales”. Las referencias a los demás objetivos rondan el 13% a excepción del “Valoración de la ciencia como cultura”, cuya aportación es muy escasa.

Bloques de contenido curriculares	VALORACIÓN			
	Poco importante	Bastante Importante	Muy importante	nc
Nuestro lugar en el universo	10	13	26 (52%)	1
Vivir más, vivir mejor	0	5	43 (86%)	2
Hacia una gestión sostenible del planeta	1	3	42 (84%)	4
Nuevas necesidades nuevos materiales	7	14	23 (46%)	6
La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento	6	15	21 (42%)	8

Tabla 4 Valoración realizada por los profesores de los bloques de contenidos de la materia CMC

Más del 80% de los profesores colaboradores consideran muy importantes los bloques de contenidos “*Vivir más, vivir mejor*” y “*Hacia una gestión sostenible del planeta*” (Tabla 4). Mientras a los bloques “*Nuestro lugar en el universo*” y “*Nuevas necesidades nuevos materiales*” se le otorga una importancia secundaria. La valoración que hacen los profesores de contenidos concretos confirma la tendencia antes señalada (Tabla 5). Así, los docentes conceden más importancia a los contenidos del bloque *Vivir más vivir mejor*, que a los demás, sin establecer apenas diferencias entre contenidos, en función de su mayor carácter conceptual o actitudinal.

Bloques de contenido	Contenido	Docentes que valoran la importancia con			
		Baja	Media	Alta	nc
Vivir más vivir mejor	Valoración del uso racional de los medicamentos	1	2	43 (86%)	4
	Identificación de estilos de vida saludables. La salud como equilibrio entre la persona y el medio ambiente.	1	4	41 (82%)	4
	La revolución biotecnológica. Del ADN al Proyecto Genoma Humano (PGH)	0	5	40 (80%)	5
	Discusión de los beneficios y prejuicios de la modificación genética.	0	5	40 (80%)	5
Nuevas necesidades nuevos materiales	Localización, producción y consumo de materiales: control de recursos	1	6	33 (66%)	7
	El desarrollo científico-tecnológico y la sociedad de consumo: sobreexplotación de materiales y aparición de nuevas necesidades.	1	6	34 (68%)	9
La aldea global.	La revolución tecnológica de la comunicación y el tratamiento de la información. Repercusiones en la vida cotidiana.	4	10	27 (54%)	9
	Democracia y ciudadanía: derechos y deberes de las personas en la sociedad de la información	6	9	25 (50%)	10

Tabla 5 Valoración realizada por los profesores/as de los contenidos formulados

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en este trabajo en relación a los objetivos planteados en la investigación son los siguientes:

Caracterización del profesorado participante en el estudio:

Los profesores/as participantes son un grupo muy homogéneo, en su mayoría son Licenciados en Biología y cuentan con una amplia experiencia profesional. Además, una gran parte de los profesores/as imparten Ciencias para el Mundo Contemporáneo a petición propia, lo que induce a pensar que tienen un interés especial por la asignatura, pero en cambio a penas se coordinan.

Objetivos principales que plantean los docentes en la enseñanza/aprendizaje de Ciencias para el Mundo Contemporáneo:

El objetivo más valorado por los participantes es el relacionado con el aprendizaje de los contenidos científicos actuales, las teorías científicas y los contenidos puramente conceptuales, aunque también citan otros como: los propios de la enseñanza de la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad, los procedimentales o aplicación práctica de los conocimientos científicos, el tratamiento de la información y los valores.

Importancia que los docentes le conceden a los diferentes bloques de contenidos y contenidos concretos de la asignatura de CMC:

Los docentes conceden una mayor importancia a los bloques cuyos contenidos están más relacionados con la Biología, es decir a “Vivir más; vivir mejor” y “Hacia una gestión sostenible del planeta”. Así mismo, los contenidos concretos del bloque “Vivir más, vivir mejor” son los más importantes para los profesores, independientemente del tipo de contenido considerado

CONSIDERACIONES

La existencia de un profesorado con una titulación muy homogénea, Licenciados en Biología, puede llevar a una exaltación de los contenidos propios de esta disciplina en una asignatura interdisciplinar como es Ciencias para el Mundo Contemporáneo. En este sentido, sería mucho más enriquecedor para la enseñanza de esta materia, que hubiese más profesores/as de otras especialidades como de Tecnología o Física y Química. Ello no ha de entenderse como una disputa sobre quién debe enseñar CMC, sino como una verdadera colaboración entre profesionales de diferentes especialidades para complementar sus conocimientos.

Por último, este trabajo de investigación ofrece una visión inicial que deberá completarse en posteriores estudios, que amplíen tanto los temas a trabajar (dificultades, actividades de enseñanza, propuestas de mejora en el currículo y carga horaria, etc) como los participantes (más profesores, entrevistas en profundidad, visión del alumnado, etc.).

BIBLIOGRAFÍA

AA. VV. (2006). Monografía: Ciencias para el mundo Contemporáneo. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 49.

Appleton, K. (1995). Student teachers' confidence to teach science: is more science knowledge necessary to improve self-confidence? *International Journal of Science Education*, 19(3), 357-369

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77

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.

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 343-358

Millar, R.; Hunt, A. (2006). La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencia. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 49, 20-29

Pro Bueno, A. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las ciencias. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 56, 87-97.

Vázquez, B.; Jiménez, R. y Mellado, V. (2009). Los obstáculos para el desarrollo profesional de profesoras de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *VIII Congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias*.

Aplicación de criterios básicos de clasificación de la materia por alumnos de Primaria

Galán Martín, P., Martín del Pozo, R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid

rmartin@edu.ucm.es

RESUMEN

La aplicación de criterios básicos (vivo/no vivo, animal/planta/otras formas de vida, y sustancia/mezcla) para clasificar imágenes de materia (viva e inerte) se estudia en una muestra de 55 alumnos de 2º, 4º y 6º de Primaria¹. Los resultados revelan que de forma mayoritaria los alumnos asocian lo vivo con el movimiento y lo no vivo con su ausencia, así como con el carácter artificial, especialmente en segundo y tercer ciclo. También asocian el atributo movimiento con animal y su ausencia con las plantas y muestran gran dificultad en la aplicación y justificación del criterio “otras formas de vida”. Las características natural/artificial y uno/varios componentes son utilizadas para aplicar los criterios básicos de clasificación de la materia inerte. Finalmente, se destaca la diversidad y evolución de las justificaciones utilizadas por los alumnos para clasificar la materia.

Palabras clave

Clasificación de la materia, Concepciones de los alumnos, Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN

En el área de Conocimiento del medio del currículo oficial de Educación Primaria, la competencia en el Conocimiento y la interacción con el mundo físico incluye la clasificación como uno de los procesos científicos básicos que los alumnos empiezan a aprender en esta etapa. En los contenidos escolares, los criterios básicos de clasificación de la materia se refieren a la diferenciación entre los seres vivos y los materiales inertes, entre animales, plantas y otras formas de vida, y entre sustancias puras y mezclas. Asimismo, se propicia una metodología didáctica en la que las ideas de los alumnos tienen un papel central.

En este sentido, los estudios de las ideas de los alumnos muestran que es común que éstos identifiquen ser vivo solo con animal y lo asocien fundamentalmente al movimiento y que los vegetales sean considerados menos vivos que los animales (Lucas et al., 1979; Brumby, 1982). Bell (1981) señala que los alumnos tienen una visión restringida de lo que es un animal, de forma que sólo consideran animales aquellos que se corresponden con los que pueden encontrarse en un zoo, en una granja o como mascotas. También indica las dificultades que tienen los alumnos a la hora de atribuir el concepto planta, de forma que semillas y árboles no son considerados plantas por muchos de los alumnos. Los criterios de comportamiento son utilizados para definir ser vivo por encima de los fisiológicos o morfológicos, de forma que los atributos más comunes entre alumnos de 10-15 años son: comer/beber, moverse/andar, respirar y crecer (De Manuel y Grau, 1996). Además, el hecho de que se clasifique correctamente como vivo o no vivo no indica un control biológico de las

implicaciones del concepto de vida pues pocos alumnos utilizan una combinación de atributos, sino que centran su atención en aspectos particulares y directamente observables.

Según Llorens (1991), los alumnos conciben las sustancias como materiales naturales con alguna característica relacionada con su uso o como agentes portadores de alguna propiedad. La idea de sustancia que tienen los alumnos está cargada de características observables: la forma del objeto, su cantidad, la consistencia o su estado físico. Rubio (2010) señala las dificultades de los alumnos al asociar las mezclas heterogéneas a componentes sólidos visibles y las homogéneas a las que tienen un componente líquido. En el estudio de Martínez Losada et al. (2009) señalan que los alumnos poseen una concepción restringida de mezcla, muy centrada en lo perceptible, que excluye a productos que se encuentran naturalmente mezclados (como es el caso del granito), mientras que la concepción de sustancia hace referencia a algo más natural, lo que tiene importancia en casos como la leche o el aceite. En este sentido, muchos materiales como el agua, la miel, el yogur y otros alimentos, se consideran “puros” por los alumnos y los identifican como sustancias (Driver et al., 1999)

Así pues, dentro de esta línea de investigación, pretendemos averiguar cómo utilizan los alumnos de Primaria de diferentes ciclos, los criterios básicos para clasificar la materia.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos del estudio que presentamos son:

- Describir y analizar las justificaciones de los alumnos de Primaria para clasificar imágenes de materia viva e inerte, según criterios escolares básicos de clasificación.
- Comparar la aplicación de estos criterios en los tres ciclos de Primaria.

El estudio se ha realizado con 55 alumnos (20 de 2º, 18 de 4º y 17 6º de Primaria) del Colegio Público Trabenco de Leganés (Madrid) (www.trabenco.com).

Se propusieron tres tareas de clasificación consistentes en agrupar:

- 12 imágenes diferentes de materia viva e inerte, en dos grupos: vivo y no vivo;
- 12 imágenes de materia viva, en tres grupos: animales, plantas y otras formas de vida;
- 12 imágenes de materia inerte, en dos grupos: sustancias y mezclas,

solicitando siempre la justificación de sus agrupaciones. Al tratarse de tareas de respuesta abierta, utilizamos el análisis de contenido categorial definido por Bardin (1986). Dado el tamaño de la muestra solo se han utilizado estadísticos descriptivos (frecuencia y porcentaje).

RESULTADOS

Clasificación de la materia según el criterio vivo/no vivo

La mayoría de los alumnos de 2º de Primaria no han justificado los criterios para clasificar. El atributo más utilizado para discriminar lo que está vivo es el movimiento, al igual que para discriminar lo no vivo es la falta de movimiento. También se observa que estos alumnos parecen fijarse sólo en un aspecto de la imagen a clasificar (Tabla 1).

En los alumnos de 4º aparece el crecimiento como un atributo de peso considerable, aunque el movimiento sigue siendo el más señalado. Sin embargo, para lo inerte, aparece la artificialidad como el más destacado para discriminar entre vivo y no vivo.

En los alumnos de 6º, el atributo movimiento sigue siendo el más frecuente, seguido de la posesión de órganos, tejidos, estructuras, propios de los seres vivos, que aumenta con respecto al grupo anterior. Aparece el ciclo vital de los seres vivos como un proceso.

Aplicación del criterio vivo para clasificar la materia		2° P	4° P	6° P	Aplicación del criterio no vivo para clasificar la materia		2° P	4° P	6° P
ATRIBUTOS DE LO VIVO	Movimiento	35	33	41	ATRIBUTOS DE LO NO VIVO	Sin movimiento	20	22	35
	Órganos		17	29		Sin órganos		17	11
	Nacen	10	11	5		No nace	5	5	5
	Crecen	5	27	17		No crecen		11	11
	Se alimentan	5	5	11		No se alimentan	5		11
	Mueren		11	17		No mueren			5
	Respiran	5	17			No respiran		11	11
	Sienten	5	5			No sienten	5	5	
	Se comunican		5	5		No se comunican		5	5
	Piensan			5		No piensan			11
	Funciones vitales (ciclo)			11		Sin funciones vitales			5
	Germinan		17			Artificial	10	55	35
	Tienen hormonas			5		No tienen cuerpo	5		
	Intencionalidad		5			Sin metabolismo			5
	Células (composición)	5				No se reproducen			5
	Son animales o animales y plantas	20	17	29		No cambian			5
	Viven en un hábitat	5				No tiene vida/ sin criterios	55	5	
	Tienen vida/ sin criterios	55							

Tabla 1. Justificación del criterio vivo/no vivo en porcentajes de alumnos que los utilizan

Como atributos de lo inerte tienen la misma importancia el ser artificial como el no poseer movimiento. Aparecen términos más científicos y específicos del área de la Biología como son: metabolismo, hormonas y reproducción.

Hay que señalar que en los tres grupos se observa que los alumnos no manejan un conjunto de atributos, sino que establecen uno prioritario y clasifican con respecto a ese; también podemos observar que no utilizan el mismo para todas las imágenes. Sólo en el grupo del tercer ciclo esto cambia un poco y manejan varios simultáneamente. Por ejemplo: “Comen, se mueve, viven y crecen”. En general, según aumentamos de ciclo los alumnos tienen menor dificultad a la hora de aplicar los criterios, pero sin embargo, les resulta tremendamente complicado justificar aquellos aspectos en los que se han centrado para clasificar las imágenes.

Como puede observarse en la Tabla 2 sólo una imagen es clasificada correctamente por todos los alumnos y en todos los niveles: el lince, seguramente debido a que se corresponde con el estereotipo de animal que suelen tener los niños (mamífero, cuadrúpedo, con pelo...etc.) y al que éstos consideran “más vivo” que a una planta (Bell, 1981). Por el contrario, son varias las imágenes conflictivas en su clasificación: las judías blancas, el volcán, la leche y las almejas. Son las semillas, en este caso las judías blancas, las que mayor porcentaje de error presentan, en el caso de los alumnos de primer ciclo. Un 90% consideran que no son seres vivos, el porcentaje disminuye considerablemente en el segundo ciclo (sólo un 39% las consideran inertes), para aumentar en el tercer ciclo hasta un 59%. Con la imagen del volcán sucede algo parecido, va disminuyendo el error al aumentar de ciclo en Primaria, pasando de un 45% de alumnos que consideran al volcán como ser vivo en el primer ciclo, a un 39% en el segundo ciclo y a un 29% en el tercero.

Como era de esperar, en general las mayores dificultades las encontramos en los alumnos más pequeños, para ir disminuyendo al avanzar en las etapas. Sin embargo hay algunas imágenes que siguen generando conflicto como son: la leche, el coche, el cuarzo y el árbol. La leche es la única que genera más dificultad según avanzamos en edad.

		MATERIA INERTE					MATERIA VIVA						
		Leche	Teléfono móvil	Volcán	Coche	Cuarzo	Huevos de rana	Setas de cardo	Estrella de mar	Judías blancas	Almejas	Árbol	Lince
2° Primaria	Vivo	0	10	45	15	10	80	60	85	10	80	75	100
	Inerte	90	85	40	80	85	15	20	10	90	10	10	0
	NC	10	5	15	5	5	5	20	5	0	10	15	0
4° Primaria	Vivo	11	6	39	6	0	94	94	100	50	83	100	100
	Inerte	83	89	61	89	100	0	6	0	39	11	0	0
	NC	6	6	0	6	0	6	0	0	11	6	0	0
6° Primaria	Vivo	18	0	29	0	0	88	94	100	35	94	100	100
	Inerte	76	94	71	94	100	12	0	0	59	6	0	0
	NC	6	6	0	6	0	0	6	0	6	0	0	0

Tabla 2. Resultados de la aplicación del criterio vivo / no vivo en porcentajes de alumnos

En resumen, el atributo movimiento es el criterio fundamental para caracterizar lo que está vivo, como ya confirmaron Lucas et al. (1979), y se mantiene en todos los ciclos. Para lo no vivo, los atributos se asocian a la ausencia de movimiento, que aumenta en el tercer ciclo, o a su carácter artificial, que aumenta de primer a segundo ciclo y disminuye ligeramente en el tercero. Así, el volcán es considerado con vida probablemente por haberse considerado el movimiento de la lava. Por eso no sorprende que las judías sean vistas como inertes al carecer de movimiento, y presenten un error considerable en todos los ciclos. Sin embargo, a diferencia de otros estudios, en nuestro caso la clasificación del árbol ha sido bastante exitosa, siendo considerado vivo por todos los alumnos de 4° y 6°. Al igual que las investigaciones de Brumby (1982) y de De Manuel (1984), aquí también se aprecia que los alumnos del segundo y tercer ciclo utilizan criterios de comportamiento más que morfológicos, estructurales o fisiológicos.

Clasificación de la materia viva según el criterio animal/planta/otras formas de vida (OFV)

Si nos centramos en el concepto “animal”, puede observarse cómo evolucionan las categorías utilizadas por los distintos ciclos: funciones vitales y órganos asociados a los animales; aunque la característica que experimenta un mayor crecimiento a lo largo de los tres ciclos es la movilidad (Tabla 3)

Para el concepto “vegetal” hay una diferencia importante entre el primer y el segundo ciclo atendiendo a los órganos propios de los vegetales, pasa de ser mencionado por un 25% en primer ciclo a 67% en el segundo; sin embargo se observa un fuerte descenso en el último curso (23%); estos alumnos utilizarán de forma mayoritaria el criterio no movilidad para discriminar entre plantas y animales. En los tres grupos hay alumnos que aluden a la falta de funciones vitales en las plantas.

Lo más destacable del concepto “otras formas de vida”, es que hay alumnos que consideran que no poseen funciones vitales, que no disponen de órganos con características animales o vegetales o que no disponen de movilidad. Más bien, suelen referirse a lo que no poseen.

Aplicación del criterio animal para clasificar la materia viva		2° P	4° P	6° P	Aplicación del criterio planta para clasificar la materia		2° P	4° P	6° P	Aplicación del criterio OFV para clasificar la materia viva		2° P	4° P	6° P
ATRIBUTOS DE ANIMAL	Son animales, no vegetales	20	17	12	ATRIBUTOS DE PLANTA	Son plantas	15	5	6	ATRIBUTOS DE OFV	Ni animal ni planta	25	33	23
	Tienen órganos	15	33	41		Tienen órganos	25	67	23		Sin órganos	10	11	18
	Funciones vitales	5	33	53		Funciones vitales	10	44	41		Funciones vitales			6
	Se mueven	10	50	70		No se mueven	5	22	59		Se mueven			6
	Tienen vida	40	28	18		Tienen vida	5	5	18		No se mueven	10	11	6
	No son humanos	10				Sin funciones vitales	10	5	12		Sin vida, fabricados	5	11	
	Hábitat		5	6		Hábitat	30	28	23		Hábitat	5	5	
	Sin justificar	15				Sin justificar	35		12		Sin funciones vitales	10	17	29
											Otros (raros, malos...)	10	11	6
								Sin justificar	55		41			

Tabla 3. Justificación del criterio animal/planta/OFV en porcentajes de alumnos que los utilizan

Las imágenes clasificadas correctamente aumentan con el ciclo (Tabla 4). Para los alumnos de 2° son iguana y avestruz, los de 4° añaden el pez a estas dos, y los de 6° lo hacen con la mitad de las imágenes. Sin embargo, son las mismas imágenes las que presentan problemas para todos los alumnos: anémona, mujer, líquen y bacterias para los tres grupos; y se añade el moho para los de 4° y 6°. La mujer sólo es considerada como animal por 3 alumnos de 2°, se produce un incremento notable en 4° y se mantiene en 6°. El líquen se clasifica como planta en un porcentaje muy similar en los tres ciclos (entre el 71 y el 78%). Con la bacteria sucede algo parecido, la dificultad se mantiene y no mejora en el último ciclo. En el caso del moho, más de la mitad de los alumnos de 6° lo ven como planta y un alumno como animal.

		ANIMALES							PLANTAS		OFV		
		Pez	Iguana	Avestruz	Anémona	Mujer	Lombriz	Medusa	Orquídea	Musgo	Líquén	Bacterias	Moho
2° Primaria	Animal	95	100	100	35	15	95	90	0	5	0	20	0
	Planta	0	0	0	45	0	0	0	95	90	75	0	10
	OFV	5	0	0	5	80	5	0	0	0	15	60	80
	NC	0	0	0	15	5	0	10	5	5	10	20	10
4° Primaria	Animal	100	100	100	28	72	94	94	6	0	0	17	0
	Planta	0	0	0	67	0	0	0	89	89	78	0	22
	OFV	0	0	0	0	17	6	6	0	6	0	78	72
	NC	0	0	0	6	11	0	0	6	6	22	6	6
6° Primaria	Animal	100	100	100	29	76	100	100	0	0	0	35	6
	Planta	0	0	0	65	0	0	0	100	94	71	0	53
	OFV	0	0	0	6	24	0	0	0	6	18	59	41
	NC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	6	0

Tabla 4. Resultados de la aplicación del criterio animal /planta/ofv en porcentajes de alumnos

En resumen, el criterio animal/planta se asocia mayoritariamente al movimiento (o a su ausencia) aumentando a lo largo de los tres ciclos. Junto con esta idea general aparece la asociación con lo vivo, esta vez disminuyendo desde primer a tercer ciclo, en el caso de los animales y aumentando en el caso de la plantas. También se aplica con ideas estructurales (posesión o no de órganos específicos) que aumentan progresivamente a lo largo de los ciclos en el caso de los animales, y en el caso de las plantas aumenta considerablemente al pasar al segundo ciclo para volver al mismo porcentaje que en el primero. La aplicación del criterio otras formas de vida tiene gran dificultad a la hora de justificar su clasificación y, mayoritariamente se aplica atendiendo a lo que no tiene (órganos, movimiento, etc.) o no hace (funciones vitales) aumentando a lo largo de los ciclos. Las imágenes que se alejan más de los estereotipos que tenemos de animal o de planta, son los que presentan mayores dificultades, como ha sido el caso de la anémona (Bell, 1981).

Clasificación de la materia inerte según el criterio sustancia/mezcla

La mayoría de los alumnos de 2º de Primaria no realiza esta tarea, y de los que la realizan, en todos los casos, excepto en el caso del aceite, la mayoría señala correctamente si se trata de una sustancia o de una mezcla, pero sin justificar la razón de su clasificación. Solo dos alumnos, en el criterio mezcla, hacen referencia a la pluralidad de componentes: “el yogur, el refresco de cola, el aceite y la arena con el carbón, llevan productos mezclados”. (Tabla 5)

En 4º de Primaria utilizan la idea de sustancia como una unidad o como lo contrario de mezcla. No obstante, la sustancia también es algo de procedencia natural, que no ha estado manipulado. Con respecto a las mezclas, mayoritariamente (44%) utilizan la idea de que están formadas por varios “componentes” y en menor medida su procedencia artificial.

En 6º de Primaria la sustancia es algo de procedencia natural o lo contrario de mezcla. Mayoritariamente (71%) utilizan la idea de que las mezclas están formadas por varios “componentes” y en menor medida su procedencia manipulada o artificial.

Aplicación del criterio sustancia para clasificar la materia inerte			2º P	4º P	6º P	Aplicación del criterio mezcla para clasificar la materia inerte			2º P	4º P	6º P
ATRIBUTOS DE SUSTANCIA	Criterios generales	Procedencia (natural)		33	35	ATRIBUTOS DE MEZCLA	Criterios generales	Composición (vitaminas, minerales)		11	
		Funcionalidad (comida)			12			Procedencia (artificial)		22	23
		Otros criterios	15		6			Otros criterios	5		
	Criterios específicos	Sustancia como unidad		28	12		Criterios específicos	Mezcla como varios componentes	10	44	71
		Sustancia como lo contrario de mezcla		28	35						
	Clasifican sin indicar criterios		50	11			Clasifican sin indicar criterios		50	17	
	No realizan la tarea		35				No realizan la tarea		35	6	6

Tabla 5. Justificación del criterio sustancia/mezcla en porcentajes de alumnos que los utilizan

Las muestras de 4º y 6º de Primaria son muy similares en sus aciertos y dificultades (Tabla 6).

		Sustancia							Mezcla				
		Sal	Diamante	Agua	Cobre	Hielo	Hierro	Plata	Yogur	Aceite	Granito	Refresco de cola	Arena y carbón
2° Primaria	Sustancia	35	30	35	35	30	35	25	20	20	15	10	10
	Mezcla	10	15	10	5	15	5	10	45	20	20	35	25
	NC	55	55	55	60	55	60	65	35	60	65	55	65
4° Primaria	Sustancia	73	72	78	78	56	78	83	0	50	72	17	56
	Mezcla	22	28	17	22	44	17	17	100	44	28	83	44
	NC	5	0	5	0	0	5	0	0	6	0	0	0
6° Primaria	Sustancia	82	64	88	76	82	71	76	0	35	64	0	29
	Mezcla	18	24	12	12	18	29	18	100	47	18	100	59
	NC	0	12	0	12	0	0	6	0	18	18	0	12

Tabla 6. Resultados de la aplicación del criterio sustancia/mezcla en porcentajes de alumnos

El mayor nivel de acierto se da en dos mezclas (yogur y refresco de cola) y 4 sustancias (agua, cobre, hierro y plata) en 4° y en 6°, además, la sal y el hielo. Las dificultades más relevantes en la clasificación se aprecian en las mezclas. Para la mayoría de 4° (72%) y de 6° (64%) el granito es una sustancia, a pesar de que visualmente se aprecian sus componentes (cuarzo, feldespato y mica). También el aceite genera dudas por su aspecto homogéneo y por su origen natural. La justificación de sustancia como algo natural, homogéneo (“solo se ve una cosa”) y contrario a la mezcla, hace que algunos alumnos lo vean como una sola sustancia. Finalmente, señalar que en 4° la mayoría (78%) clasifica el agua líquida como sustancia pero sólo el 56% considera que el hielo también lo es. Este dato tiene interés por la dificultad que tienen muchos alumnos de Primaria para comprender que la identidad de la sustancia es independiente del estado físico.

En resumen, la idea de mezcla como la materia formada por varios componentes va tomando fuerza a lo largo de la Primaria, pero manteniéndose su carácter artificial o elaborado. En el caso de las sustancias no se observa una clara tendencia, y tanto en 4° como en 6° se maneja un planteamiento similar: la sustancia es algo único, que no se ha mezclado con nada y de procedencia natural (Llorens, 1991). En la misma línea de los resultados de Martínez Losada et al. (2009) la idea de mezcla parece que se reserva a lo artificial y la de sustancia a lo natural, que excluye a productos que se encuentran naturalmente mezclados, como es el caso del granito.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este estudio pueden resumirse como sigue:

- Se observa, a lo largo de los tres ciclos, una gran diversidad a la hora de justificar los criterios utilizados para clasificar la materia. Sin embargo, la complejidad de los criterios utilizados no evoluciona progresivamente. Es patente en el paso del primer a segundo ciclo y parece ralentizarse del segundo al tercer ciclo.
- La aplicación de los criterios básicos de clasificación de la materia atiende a determinadas asociaciones, ya detectadas en otros estudios, tales como: vivo-

movimiento, no vivo-artificial, animal-vivo, sustancia-natural y mezcla-artificial. Estas asociaciones están en la base de muchas de las dificultades que manifiestan los alumnos al clasificar, junto con las ideas prototípicas de animal, planta o sustancia. Las otras formas de vida son el ámbito que más dificultades genera a los alumnos.

- Los alumnos utilizan preferentemente características observables y de comportamiento, frente a criterios morfológicos, estructurales o fisiológicos. No obstante, las ideas estructurales (posesión o no de órganos específicos) aumentan progresivamente a lo largo de los ciclos.

En definitiva, este estudio, que concebimos como el inicio de un trabajo de investigación didáctica más amplio sobre la clasificación de la materia en Primaria, confirma en líneas generales lo que estudios desde los años setenta concluyeron. Es claro que de ello se pueden obtener orientaciones concretas para la enseñanza, aprendizaje y formación del profesorado. La pregunta sería: *¿qué tenemos que cambiar en nuestros sistemas educativos para que los resultados de la investigación preocupada por la mejora de la escuela contribuyan a transformar lo que ocurre en las aulas cuando se enseñan ciencias?* (TFM, p.68)

BIBLIOGRAFÍA

- Bardin, L. (1986). *Análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Bell, B.F. (1981). When is an animal, not an animal? *Journal of Biological Education*, 15(3), 213-18.
- Brumby, M. (1982). Students perceptions of the concept of life. *Science Education*, 66(4), 613-622.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor-Aprendizaje.
- Llorens, J.A. (1991). *Comenzando a aprender Química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.
- Lucas, A.M., Linke, R.D., & Sedgwick, P.P. (1979). Schoolchildren's criteria for "alive" a content analysis approach. *Journal of Psychology*, 103,103-12.
- Manuel, de J., & Grau, R. (1996): Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique*, 7, 53-63.
- Martínez Losada, C., García Barros, S., & Rivadulla López, J.L. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 137-155.
- Rubio, J. (2010). Qué sabe el alumnado que acaba la educación primaria sobre las mezclas de sustancias. En *Actas XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.496-506). Último acceso el 8 de marzo de 2012, desde <http://www.apicedce.com/sites/default/files/APICEACTAS/XXIVEDCCEE%20COMUNICACIONES%28InvestigacioneInnovacion%29.pdf>

ⁱ Este estudio es parte del Trabajo Fin de Master "Los criterios de clasificación de la materia en la Educación Primaria: Concepciones de los alumnos y niveles de competencia" presentado en el Master Universitario de Estudios Avanzados en Pedagogía de la Universidad Complutense en el curso 2010/2011.

La argumentación del profesorado ante un problema real

García de Cajén, S.¹ y Domínguez Castiñeiras, J.M.²

¹ *Departamento de Profesorado de Física y Química. Facultad de Ingeniería. Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Olavarría. Argentina.*

garciadecajen@gmail.com

² *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Santiago de Compostela. España.*

RESUMEN

El Informe PISA (OCDE, 2006), ha señalado la dificultad que tiene el alumnado de ciencias naturales para desarrollar argumentos basados en el conocimiento científico, cuando resuelve problemas reales. A partir de dicha conclusión se han derivado currículos de ciencias en los que se promueven nuevas formas de enseñar y de aprender a hablar ciencia (Lemke, 2006). Consecuentemente, se ha puesto énfasis en fomentar la argumentación en el aula de ciencias para que el alumnado elabore su discurso explicativo, con el propósito de integrar el conocimiento declarativo con el procedimental en la comunidad de aprendizaje. Considerando que el éxito del currículo depende, entre otros factores, de la competencia docente para aplicarlo, en el presente trabajo se comunican algunas dificultades que tiene el profesorado que enseña ciencias naturales en la educación secundaria, respecto a su competencia para argumentar y construir su propio discurso explicativo.

Palabras clave

Formación del Profesorado, Educación Secundaria, Ciencias Naturales, Argumentación, Discurso.

INTRODUCCIÓN

En el sistema educativo de la Provincia de Buenos Aires, transcurren tiempos de cambios curriculares que coinciden en señalar la necesidad de desarrollar, en la clase de ciencias, destrezas cognitivo-lingüísticas para que los estudiantes sean capaces de tomar decisiones sobre problemas reales, esgrimiendo argumentos construidos social y cooperativamente, que le servirán más adelante para facilitar su rol como ciudadano. Como señalaba Lemke (2006), la enseñanza de las ciencias debería redirigirse a formar una perspectiva global y desarrollar habilidades de razonamiento, de modo que la ciencia respalde las formas de ver el mundo.

Frecuentemente, en democracia, muchos debates se resuelven fundamentándose en conocimientos y estrategias discursivas alejadas del saber aceptable, por lo que es deseable que la ciudadanía sea competente para distinguir qué tipo de argumentos se utilizan así como la calidad del conocimiento, la honestidad de las estrategias y los estilos de construir consenso que se aportan. Consecuentemente, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias

debería formar no sólo para dicha competencia, sino también para hacerla operativa y vívida en la comunidad del aula. Sin embargo, los resultados de los programas de evaluación del desempeño de los alumnos en ciencias (OCDE, 2006), hacen suponer que existen diferencias entre tales directrices y la práctica del profesorado que debe implementar nuevos modelos didácticos orientados a lograr la alfabetización científica de la ciudadanía

Sin duda el uso, en su práctica docente, que hace el profesorado de ciencias del modelo didáctico que promueve la argumentación y el discurso, condicionará las competencias que adquiera el alumnado y, en consecuencia, es necesario que el profesorado conozca y practique con éxito las competencias que pretende enseñar. La práctica de la argumentación, situada en contextos de toma de decisión, representa un cambio cultural y de postura de autoridad académica, dado que en la rutina profesional docente son habituales las explicaciones didácticas, pero son escasas las veces en las que se justifica o fundamenta el discurso explicativo ante los alumnos.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo, derivado de una investigación más amplia (García de Cajén, 2007), es el de aportar resultados del estudio de las dimensiones *cognitivo-lingüísticas, epistémicas y de comunicación* del discurso y la argumentación, de una muestra de profesores, en un contexto de formación y capacitación docente. Los resultados evidencian implicaciones para la calidad de la enseñanza del nuevo currículo de ciencias de Secundaria, así como en la formación y capacitación del profesorado de Ciencias Naturales.

METODOLOGÍA

El modelo didáctico de argumentación y discurso se aplica a dos grupos pequeños de profesorado de Ciencias Naturales, en contexto de formación inicial y permanente del área de Ciencia Naturales, en ámbitos de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Muestra

Se recoge la información durante una sesión en la que participa voluntariamente profesorado en formación inicial y profesorado en formación permanente.

La muestra de profesorado en formación inicial está constituida por dos futuras profesoras (Tabla 1), bajo seudónimo Sara (S) y Emma (E), próximas a graduarse en Profesorado de Física y Química (Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires).

Participante	Edad	Sexo	Título, Profesorado en...	Nivel	Práctica docente
Sara (S)	23	F	Física y Química	Universitario	EGB3 y Polimodal
Emma (E)	25	F	Física y Química	Universitario	EGB3 y Polimodal

Tabla 1: Muestra objeto de investigación de profesorado en formación inicial

Ambas tienen formación en Didácticas Específicas y desempeñaron práctica docente en EGB3 (12 a 14 años) y Polimodal (15 a 17 años), con unidades didácticas de Calor y Temperatura, y Electricidad, respectivamente.

En la sesión, las participantes interactúan en pareja. El discurso, se registra en audio y luego se transcribe. En el análisis del discurso se identifican los datos, justificaciones y respaldos, así como su utilización durante la elaboración de la conclusión.

La muestra de profesorado en ejercicio en situación de formación permanente (Tabla 2) queda integrada por tres profesoras y un profesor, que denominamos mediante un seudónimo.

Participante	Edad	Sexo	Título: Profesorado en...	Nivel	Año egreso	Desempeño docente
Zulma (Z)	33	F	Matemática, Física y Cosmografía	No universitario	1993	EGB3
Rosa (R)	34	F	Física y Química	Universitario	1989	EGB3 y Polimodal
Clara (C)	35	F	Física y Química	Universitario	1987	EGB3 y Polimodal
Oscar (O)	51	M	Física y Química	Universitario	1986	EGB3, Polimodal y FPC

Tabla 2: Muestra objeto de investigación de profesorado en ejercicio

La profesora Zulma (Z) tiene título de Profesora en Matemáticas, Física y Cosmografía, otorgado por un Instituto Superior no universitario, donde se forma la mayoría del profesorado de Física en ejercicio de la región. Mientras que las profesoras Rosa (R), Clara (C) y el profesor Oscar (O), tienen título de Profesorado en Física y Química, en el caso de las dos profesoras otorgado por la Universidad del Centro. La totalidad de los participantes de la muestra, ejercen docencia en el Área de Ciencias Naturales en EGB3. La mayoría de ellos, también lo hacen en Polimodal, destacando que el profesor Oscar también ejerce docencia como formador de profesorado de ciencias (FPC) en el mismo instituto superior no universitario donde se graduó Zulma.

En la sesión interactúan primero en forma individual, luego en grupo. El discurso se registra en audio y video, durante la aplicación de un problema auténtico, luego se procede al análisis utilizando una herramienta específica para el estudio de patrones argumentativos.

Recogida de información

Para motivar el discurso socialmente compartido del profesorado, se diseña y aplica un problema real que trata acerca de la transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica, dado que es un contenido curricular que estos profesores enseñan en Secundaria. La situación demanda el consenso entre pares y atender que los argumentos construidos sean de utilidad para defender la decisión tomada ante expertos, ajenos al grupo. En resumen, el problema real, pone al profesorado en situación de decidir cuál estufa caliente

más, entre dos que se diferencian solamente por la longitud de la resistencia (García de Cajén y Domínguez Castiñeiras, 2001, 2009). Se registra el discurso en audio y, a partir de su transcripción, se analiza cada episodio, línea por línea. Para el análisis de las dimensiones en estudio, se utilizan criterios y herramientas, específicamente diseñadas, sobre las cuales se hace referencia en el siguiente apartado.

Resultados y Análisis

a) Sobre la dimensión cognitivo-lingüística y epistémica, en la toma de decisiones basada en argumentos

Para evaluar la calidad de las justificaciones, a través de ponderar las dimensiones de *validez científica* y de *consistencia lógica en la toma de decisión* de las mismas, se ha adaptado el instrumento (Figura 1) diseñado por Eirexas y otros (2005).

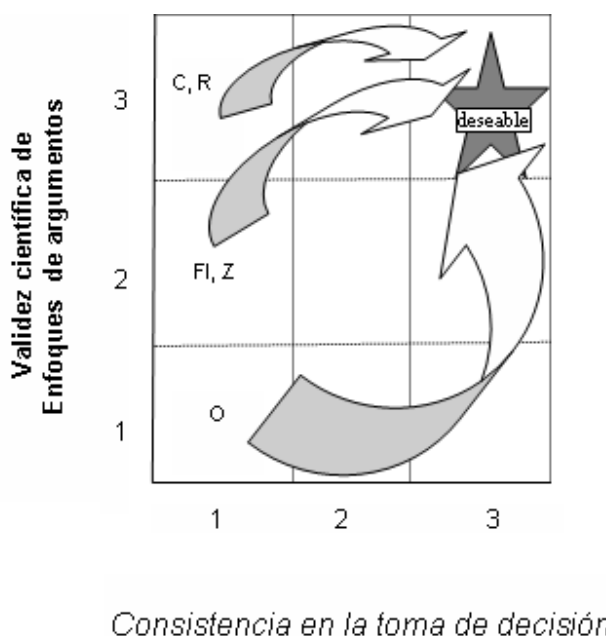


Figura 1: Posición aproximada de la calidad de argumentación del profesorado en la toma de decisión al resolver el problema auténtico. Relación con el señalamiento deseable del currículo oficial.

La dimensión epistémica de la argumentación, situada en un proceso de toma de decisiones, requiere tener en cuenta las etapas básicas de una toma de decisión: *identificar y analizar el problema, identificar los criterios de decisión y ponderarlos* (Godino y col., 2006; Solbes y col., 2005). Al respecto, queda en evidencia la dificultad que tiene el profesorado para interpretar la información del problema planteado, para identificar las pautas y criterios de evaluación de la situación, y para razonar sobre más de una variable. La *consistencia lógica en la toma de decisiones*, se evalúa con los siguientes criterios:

1: No identifica el problema, no identifica criterios de decisión y no los pondera.

2: No identifica el problema o no identifica criterios o no los pondera.

3: Identifica el problema, identifica criterios y los pondera.

Tomando como referencial las indicaciones del currículo, resulta deseable que el profesorado utilice en sus argumentaciones el enfoque científico basado en las leyes de electricidad y, en cuanto a la toma de decisión, que sean capaces de identificar el problema, identificar los criterios y ponderarlos en la resolución del problema o en el tratamiento del fenómeno. Este nivel deseable, se identifica en la posición (3,3) de la Figura 1, con una estrella con el rótulo *deseable*.

Resulta interesante observar, en la Figura 1, que el profesorado utiliza enfoques de distinta *validez científica*, e independientemente del éxito con que lo apliquen, se evidencia que están presentes en su formación académica. En cambio, respecto a la *consistencia lógica en la toma de decisión*, se encuentra que la totalidad del profesorado se posiciona en el nivel más bajo, mostrando una ausencia de formación en procedimientos de toma de decisión fundamentados en argumentos, ante la situación de resolver una problemática real.

Las flechas representan, gráficamente, la distancia aproximada que existe entre la posición actual del profesorado y el nivel deseable desde el currículo. En cierta manera también ofrece una noción sobre la evolución que se requeriría para alcanzarlo. Se observa que el nivel actual del profesor O, portavoz del grupo de profesorado en ejercicio, se ubica en posición (1,1), que identifica la utilización del enfoque alternativo, sin identificar el problema, sin establecer criterios de decisión, ni ponderar. Es preocupante que en esta posición se ubique justamente quien ocupó el papel de ser la voz del grupo, que además ejerce como formador de formadores. También el profesorado de Formación Inicial (FI) (Cuadro 1), y la profesora en ejercicio (Z), posicionados en validez científica 2 por utilizar enfoque analógico y consistencia lógica en la toma de decisiones 1, requiere evolucionar para desempeñar las indicaciones del currículo. El resto del profesorado en ejercicio, las profesoras C y R, si bien argumentan con validez científica utilizando leyes físicas, igualmente su discurso se ubica en el nivel más bajo respecto a la consistencia lógica en la toma de decisión (Cuadro 1).

168. E: **compramos la más larga.**

169. IDI: *y por qué compraron la más larga?*

170. E: *primero porque al tener mayor longitud, la resistencia es mayor a la corriente eléctrica, por todo lo de los átomos que explicamos. Al haber mayor resistencia es mayor la cantidad de choques, la cantidad de energía cinética que traen esos electrones se transforma en energía que se manifiesta en forma de calor.*

171. E: *Al ser la sección, perdón, la sección es la misma, la longitud mucho mayor va haber **mayor cantidad de choques**, por lo **tanto mayor cantidad de transformación de energía** por lo tanto, nosotros pensamos, que la **cantidad de calor que va a generar esta resistencia larga, va a ser mayor que la corta.***

Cuadro 1: Argumentación del profesorado en Formación Inicial, basada en analogía y con baja consistencia lógica para la toma de decisión sobre el problema auténtico

b) Sobre la dimensión comunicativa en la toma de decisiones basada en argumentos

En la Figura 2, se muestra el instrumento de análisis propuesto por Scott y Mortimer (2002) para visualizar el estado de *aproximación comunicativa* del profesorado, respecto al nivel deseable que señala el currículo.

Se evalúan cuatro tipos de discursos en el aula con los siguientes criterios (Mortimer, 2004):

1. *Autoritario (A) y no Interactivo (nI)*: el profesor habla sólo, desde un único punto de vista.
2. *Autoritario (A) e Interactivo (I)*: más de una persona habla, pero desde un único punto de vista.
3. *Dialógico (D) y no Interactivo (nI)*: el profesor habla sólo, pero representa en su discurso diferentes puntos de vista.
4. *Dialógico (D) e Interactivo (I)*: más de una persona habla y se habla desde diferentes puntos de vista.

La visualización de los resultados facilita la interpretación de la existencia de relaciones entre el estado actual y el deseable, que según las indicaciones del currículo oficial, es un discurso Dialógico e Interactivo (DI), posición que se identifica en la Figura 2 con una estrella con el rótulo *deseable*.

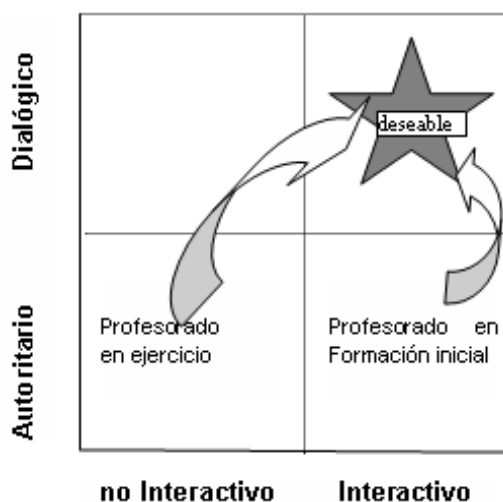


Figura 2: Aproximación comunicativa del profesorado en la toma de decisión al resolver el problema real. Relación con señalamiento deseable del currículo oficial.

El estudio proporciona elementos de conocimiento sobre la aproximación comunicativa que practica el profesorado en ejercicio al argumentar la toma de decisión cuando resuelve el problema auténtico. Se trata de un discurso (Cuadro 2) construido sobre una perspectiva única, impuesta por autoridad y defendida de la crítica con la más efectiva de las estrategias, en la que no hay lugar para la interacción, de ahí que se lo ubica (Figura 2) en la posición Autoritario-no Interactivo (**AnI**).

118.C: *Yo te quería decir, que **si te resulta difícil** relacionar la energía eléctrica con la plancha porque por ahí la toma como una cantidad de calor elevada esa **transformación eléctrica en calórica**, yo bueno te digo más fácil. **Querés verlo, encendé la luz** de uno de tus veladores, dejala un poquito tiempo y **ponés** solamente por encima y sin tocar el foco, la **palma de la mano**, y **vas a ver** que la energía que pasó a través de toda la conexión eléctrica **eleva la temperatura** y vos **vas a sentir una sensación de calor** sobre tu mano sin llegar a tocarlo... Entonces vos ahí, **estás viendo como la energía eléctrica**, a parte de darte un tipo de energía que es la parte lumínica, por otra un porcentaje de ella **se transforma en calor!**.*

Cuadro 2: *Estrategia discursiva del profesorado en ejercicio utilizada para persuadir a un interlocutor acerca de la resolución del problema auténtico*

El profesorado en formación inicial, establece un poco más de interacción entre pares, pero también sobre una perspectiva única, por lo que se lo ubica en la posición Autoritario-Interactivo (AI). Se pone de manifiesto que en ningún caso se cumplen las indicaciones del currículo respecto a que en los ambientes de aula de ciencias es deseable la práctica de un discurso Dialógico e Interactivo (DI). La práctica de un discurso Autoritario y no Interactivo, es poco propicia para el desarrollo de un pensamiento crítico y la formación de autonomía en la toma de decisiones basada en argumentos construidos en el aula de ciencias.

CONCLUSIONES

En el marco de enseñar ciencias naturales en y para un mundo contemporáneo, los resultados del estudio, realizado en el ámbito de la Universidad del Centro, permite conocer algunas dificultades que tiene el profesorado al conjugar en simultáneo las *dimensiones cognitivo-lingüísticas, epistémicas y de comunicación* en el contexto social, en la toma de decisiones al resolver el problema real de la transformación de la energía eléctrica en las resistencias de las estufas. Dificultades que quizás están asociadas al tópico del problema, a los modelos didácticos de la formación de profesorado, y a la experiencia y práctica de enseñar ciencia en Secundaria, entre otros. Seguramente, los formadores de formadores sabrán encontrar otros temas de Física, Química o Biología, propicios para formular nuevos problemas reales o auténticos, que motiven el discurso y brinden información útil sobre el *hablar ciencia* que hace el profesorado en formación inicial y permanente.

De este tipo de estudio, se desprende un aporte cualitativo que ayuda a la interpretación de los resultados de las evaluaciones, tales como el Informe PISA, de los conocimientos del alumnado en el aula de ciencias, dando elementos para su superación a partir de la mejora de la práctica docente. Se ha puesto de manifiesto que la mejora de la competencia argumentativa, la cual es tan importante en la alfabetización científica de la ciudadanía, requiere previamente de acciones específicas para desarrollar aspectos del perfil del profesorado en el modelo de argumentación y discurso en ciencias, oportuno para lograr la mejora de la calidad educativa mediante la sustanciación de las directrices del nuevo currículo de ciencias, en nuestro caso el de la Provincia de Buenos Aires.

Agradecimientos

Al Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GIDCE), de la Facultad de Ingeniería. Univ. del Centro de la provincia de Buenos Aires. A los profesores de las muestras, objeto de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Eirexas, F.; Agraso, M.F.; Jiménez Aleixandre, M.P. y Díaz De Bustamante, J. (2005). Calidad en las justificaciones, uso de conceptos y consistencia entre datos e inferencias en la toma de decisiones. Ponencia. Simposio *La Construcción del discurso científico socialmente contextualizado*. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Granada, 7 al 10 de septiembre de 2005. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra*.

García de Cajén, S. B.; Domínguez Castiñeiras, J.M. y García-Rodeja Fernandez, E. (2001). Argumentación a partir de un problema auténtico sobre la transformación de la energía eléctrica en una resistencia. *ADAXE. Revista de Estudios e Experiencias Educativas*, 17, 165-190.

García de Cajén, S.B. (2007). *Perfiles argumentativos sobre la transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica: currículo, libros de texto y profesorado*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias de la Educación. Servicio de Publicaciones e intercambio científico de la Universidad de Santiago de Compostela. Versión en CD. España: USC. ISBN: 978-84-9750-952-7.

García de Cajén, S.B y Domínguez Castiñeiras, J.M. (2009). Perfil argumentativo del profesorado cuando resuelve un problema real sobre la transformación de energía eléctrica. *Enseñanza de las Ciencias*, pp. 3050-3054. Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

Godino, J.D.; Recio, A.M.; Francisco Ruiz, R.R. y Pareja, J.L (2006). Criterios de diseño y evaluación de situaciones didácticas basadas en el uso de medios informáticos para el estudio de las matemáticas. *Proyecto de Investigación "Edumat-Maestros"*. Universidad de Granada, nº 64. http://www.sinewton.org/numeros/numeros/64/investigación_01.pdf

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 (1), 5-12.

Mortimer, E. (2004). ¿Cómo se aprenden los conceptos científicos en clases de ciencias?. El desarrollo de perfiles conceptuales como alternativa al modelo de cambio conceptual. *Revista de Educación en Biología*, 7 (2), 40-45.

Scott, P. y Mortimer, E. (2002). *Discursive activity on the social plane of high school science classrooms: a tool for analysing and planning teaching interactions*. Paper presented at the 2002 AERA. Annual Meeting, New Orleans. USA.

Solbes, J. y Vilches, A. (2005). Preparación para la toma de decisiones y relaciones CTSA. Comunicación en VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Granada, 7 al 10 de septiembre de 2005. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra*.

VISION DEL PROFESORADO DE CIENCIAS SOBRE LA COMPETENCIA EN USO DE PRUEBAS CIENTÍFICAS

Garrido Espeja, A., Couso, D.

CRECIM, Centro de Investigación por la Educación Científica y Matemática, *Universidad
Autónoma de Barcelona*

agarridoespeja@gmail.com

RESUMEN

Según los resultados obtenidos en las pruebas PISA y en diversos estudios, el uso de pruebas es en general la competencia científica que presenta una mayor dificultad para los estudiantes. En cambio, se ha visto que el profesorado considera que se trata de un procedimiento relativamente fácil, y que consecuentemente, no requiere de un trabajo específico en el aula de ciencias. A partir de un análisis teórico y experimental de las actividades, el presente estudio propone una categorización de las demandas que trabajan el uso de pruebas en actividades de aula. A su vez, y utilizando como marco la categorización de demandas de uso de pruebas, se elabora un cuestionario con el objetivo de conocer la visión de los profesores en cuanto a la competencia, el valor que le dan y el trabajo que hacen en el aula, así como las dificultades que aprecian en su aplicación en el aula. Los resultados preliminares muestran que la variedad de actividades que se pueden diseñar para trabajar o evaluar la competencia de uso de pruebas en el aula es muy alta, además de ser de diferentes niveles de demanda.

Palabras clave

Uso de pruebas, competencia científica, visión profesorado, argumentación.

INTRODUCCIÓN

Competencia científica y el uso de pruebas

La importancia de la visión competencial (es decir, entender que el objetivo de la educación es la adquisición de ciertas competencias básicas) ha pasado a primer plano desde la publicación, en 1999, del informe del proyecto DeSeCo de la OCDE. Esta visión ha tenido una influencia clara en nuestro país y se ha introducido en los recientes cambios en los currículos del Ministerio de Educación. Dentro de las competencias básicas que menciona la OCDE, la competencia científica se define como la capacidad de utilizar el conocimiento y los procesos científicos, no sólo para comprender el mundo natural, sino también para intervenir en la toma de decisiones que le afectan. Por tanto, conlleva disponer de conocimientos, pero no tanto con el fin de repetirlos, sino con el fin de saberlos utilizar para actuar (Sanmartí, 2008).

En el marco de la evaluación de PISA centrada en la competencia científica de 2006 (OCDE, 2007, p. 13), se especifican tres dimensiones necesarias para su desarrollo. Nuestro estudio se centra en la tercera de estas dimensiones:

1. Identificar cuestiones científicas
2. Explicar fenómenos científicamente
3. Utilizar pruebas científicas
 - a. Interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones
 - b. Identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que se encuentran detrás de las conclusiones
 - c. Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos

La dedicación que en la enseñanza reciben estas tres dimensiones de la competencia es desigual. Al respecto, ya en el informe de resultados PISA se afirma que *“la enseñanza de las ciencias tradicional a menudo se concentra en el segundo proceso de explicar fenómenos científicamente, el cual requiere estar familiarizado con los conocimientos clave de la ciencia y las teorías. Sin embargo, sin ser capaz primero de reconocer un problema científico y luego interpretar los resultados de forma relevante para el mundo real, un estudiante no puede ser considerado del todo competente científicamente y hará un uso limitado de la ciencia en su vida adulta.”* (OECD, 2007, p. 38)

Con respecto a la tercera dimensión de la competencia científica, el uso de pruebas, ésta a menudo ha sido descuidada por la literatura y se ha presentado asociada únicamente al trabajo empírico y la metodología de investigación, y por tanto más como un procedimiento que como una competencia (movilización e integración de conceptos, procedimientos y actitudes y valores para ser capaz de actuar) esencial para la alfabetización científica.⁸

Algunos autores, sin embargo, destacan que trabajar esta competencia en el aula es fundamental para el desarrollo de ideas sobre la naturaleza de la ciencia y las maneras de trabajar de la comunidad científica, lo que llamamos cultura científica, a la vez que en la formación de ciudadanas y ciudadanos críticos que puedan evaluar el conocimiento y detectar las contradicciones e inconsistencias del discurso en los diferentes ámbitos sociales y científicos para que sean capaces de participar activamente en las decisiones políticas y sociales del presente y del futuro (Jiménez-Aleixandre, 2010). En consecuencia, la competencia de uso de pruebas es una dimensión de la competencia científica que hay que trabajar y enfatizar especialmente.

Las dimensiones de la competencia de utilización de pruebas científicas

A menudo las pruebas se han asociado a los datos empíricos que se obtienen tras la realización de un experimento empírico. Desde nuestro punto de vista, sin embargo, consideramos que la teoría juega un papel importante en la interpretación de estos datos, para ser consideradas pruebas (de algo).

Desde una visión meramente empiricista de la ciencia, lo que utilizamos para obtener conclusiones científicas son buenos datos experimentales. Pero la nueva visión de la naturaleza del conocimiento científico implica un cambio de concepción de "ciencia como experimentación" a "ciencia como construcción y revisión de una explicación o modelo" (Duschl & Grandy, 2008). Desde esta perspectiva, los datos interpretados a la luz de una

teoría o idea científica concreta, como sustentadores o contrarios a la misma (es decir las pruebas) cobran una relevancia mayor.

Algunos autores se centran más en el análisis de la calidad de los datos que se obtienen en un proceso experimental y proponen distintos aspectos cruciales para la obtención de datos fiables, como el diseño experimental, o el tratamiento y manipulación de los datos. Los estudios de Gott y Duggan (1996), por ejemplo, definen el uso de pruebas como el conjunto de conocimientos y habilidades relacionadas con la recolección, validación, la representación y la interpretación de evidencias (o pruebas).

Otros autores más cercanos a la visión argumentativa (Kuhn, 1992; Jiménez-Aleixandre, 2010) hablan de las pruebas cuando analizan las dimensiones del proceso argumentativo: interpretación de pruebas, elaboración de conclusiones fundamentadas, capacidad de persuasión u otros aspectos sociales asociados al uso de pruebas.

En nuestro caso, cuando hablamos de uso de pruebas, no hablamos únicamente de la realización de experimentos para obtener datos empíricos de los que poder inducir conclusiones para explicar fenómenos de la naturaleza, sino que nos referimos a la interpretación de una información (que puede ser en forma de dato empírico, hecho, señal, etc.) bajo el paraguas de un marco teórico y con las gafas de unos modelos concretos, para llegar a unas conclusiones fundamentadas y justificadas científicamente.

Utilizar pruebas científicas conlleva, desde esta visión, la capacidad de acceder a información científica, así como la elaboración de argumentaciones y conclusiones basadas en pruebas científicas (Kuhn, 1992; Jiménez-Aleixandre, 2010). Esta capacidad también puede englobar los siguientes aspectos: seleccionar conclusiones alternativas en función de las pruebas de que se dispone, dar razones a favor y en contra de una conclusión determinada a partir de los datos disponibles e identificar los supuestos que se han asumido para llegar a la conclusión. La reflexión sobre las implicaciones sociales de los avances científicos o tecnológicos constituye otro aspecto de esta capacidad.

Resultados sobre la competencia de uso de pruebas en alumnos y profesores

A pesar de la reconocida importancia de las competencias, desgraciadamente los resultados de las diferentes evaluaciones PISA en España (OCDE 2001, 2004 y 2007) no son satisfactorios para ninguna de las competencias analizadas, entre ellas la científica. Más concretamente, de las tres dimensiones de la competencia científica, la que obtiene los peores resultados con diferencia es la del uso de pruebas.

Los resultados en nuestro país muestran que la dimensión de “utilizar pruebas científicas” se encuentra 3,6 puntos por debajo de la puntuación media de competencia científica, mientras que las otras dos dimensiones (“identificar cuestiones científicas” y “explicar fenómenos científicamente”) se encuentran 0,4 y 1,9 puntos respectivamente por encima de la media.

Otros estudios focalizados en analizar específicamente la competencia de uso de pruebas por parte de los estudiantes revelan resultados similares. Un estudio realizado por Jeong, Songer y Lee (2006), en el que se analizaban las respuestas de 40 estudiantes de sexto de primaria reveló que su comprensión del concepto de prueba científica y el proceso de recolección de datos eran muy débiles en varios aspectos. Por ejemplo, muchos estudiantes no apreciaban el papel de la evidencia empírica en la investigación científica, ni distinguían pruebas relevantes de las pruebas irrelevantes. Así mismo, tenían

dificultades en entender la importancia de la fiabilidad y objetividad en las observaciones, y en la interpretación de ejemplos y tablas de manera apropiada. Un estudio similar de Masnick y Klahr (2003) mostraba que los estudiantes entendían un poco la importancia de los errores, especialmente errores de medida y de ejecución, pero su conocimiento no estaba bien integrado en una visión coherente.

En la literatura se han esgrimido diferentes razones respecto esta dificultad de los estudiantes asociada al dominio de la competencia de uso de pruebas. Algunos resultados (Jeong et al., 2006) sugieren que se necesitan más instrucciones explícitas con el fin de fortalecer la capacidad de los estudiantes para recopilar e interpretar datos, especialmente en la era de la información rica en datos actual.

Estas instrucciones explícitas para fortalecer la competencia en el uso de pruebas deberían darse con regularidad en el aula de ciencias por parte del profesorado de ciencias. Sin embargo, se han hecho pocos estudios sistemáticos que orienten sobre cómo efectuar un cambio de tendencia y obtener mayores niveles de competencia de uso de pruebas en los estudiantes. Para ello, habría que saber cuáles son las dimensiones de la competencia científica que se trabajan, y cómo, en el aula de ciencias en España.

Asimismo, se han hecho pocos estudios en relación a la visión del profesorado de esta competencia. Uno de los estudios que analiza el papel del profesorado (Boudamoussi & Pintó, 2009) muestra que los profesores de ciencias tienen problemas importantes a la hora de comprender el marco conceptual competencial de PISA, y en particular, la competencia de uso de pruebas.

Los resultados de este estudio señalan que los profesores tienen más dificultades en identificar demandas asociadas a la competencia de uso de pruebas en actividades competenciales de PISA, con una media del 35% de acierto en la identificación. De manera similar, los docentes consideran que el uso de pruebas es la competencia que supone una dificultad menor a sus estudiantes, y a la vez, la competencia que menos trabajan en sus clases de ciencias. Estos resultados nos hacen pensar que esta competencia se encuentra desatendida por los docentes y en consecuencia los procesos asociados no se desarrollan bien en los estudiantes.

Estudios preliminares de los investigadores de esta propuesta (Couso & Pintó, en prensa) muestran que, tanto para el profesorado en ejercicio como para el profesorado en formación inicial, diseñar actividades de aula para promover la competencia científica de nuestros alumnos es un reto complejo difícilmente alcanzable sin el apoyo de una formación específica.

Contexto de la investigación

El presente estudio, que está enmarcado en el proyecto COMPECⁱ, intenta aportar a la investigación en este ámbito, identificando los aspectos de la competencia de uso de pruebas que son útiles de trabajar en el aula de ciencias e investigando las dificultades e impedimentos para trabajar esta competencia con nuestro alumnado. Esto se hace a partir de conocer las ideas del profesorado sobre esta competencia y las dificultades que ven en la implementación en el aula.

El grupo COMPEC está formado por 6 profesores de secundaria en ejercicio y 4 investigadores en didáctica de las ciencias que forman una comunidad de aprendizaje profesional en la que diseñan, de forma iterativa (a partir del análisis de resultados de su implementación con alumnos) actividades de aula que integran el trabajo de la competencia de uso de pruebas con el trabajo en contenidos científicos curriculares.

En este contexto, esta investigación se plantea dos objetivos diferenciados:

Objetivo 1: Construir una herramienta de clasificación y categorización de tipos de demandas realizadas al alumnado en actividades diseñadas para trabajar la competencia de utilización de pruebas en el aula.

Objetivo 2: Conocer la visión del profesorado de ciencias de secundaria sobre la competencia de utilización de pruebas, así como las dificultades que identifica el profesorado de secundaria para trabajar la competencia en el aula de ciencias.

METODOLOGIA

Recogida de datos

Para realizar la categorización del tipo de demandas que se encuentran en las distintas actividades que trabajan la utilización de pruebas científicas se han recogido y analizado diversas actividades que trabajan explícitamente esta competencia: 6 actividades sobre temáticas científicas diversas diseñadas por distintos profesores dentro del proyecto COMPEC, 8 actividades especialmente diseñadas para trabajar el uso de pruebas incluidas en la literatura (Jiménez-Aleixandre, 2010), 1 secuencia didáctica diseñada dentro de un proyecto oficial de diseño curricular sobre Competencia Científicaⁱⁱ y 4 actividades PISA especialmente diseñadas para evaluar el uso de pruebas.

Todas las actividades van dirigidas a alumnado de secundaria (ESO y Bachillerato) y todas ellas trabajan uno o varios contenidos científicos de las diferentes disciplinas científicas (física, química, biología y geología).

Con el objetivo de conocer la visión de la competencia que tienen los profesores de ciencias de secundaria y las dificultades que identifican en el trabajo de la misma en el aula, se ha diseñado un cuestionario cualitativo en el que se hacen preguntas en torno a una actividad concreta de aula que trabaja el uso de pruebas. Este cuestionario se distribuirá a un total de 15 profesores de secundaria, distinguiendo entre profesorado experto en la competencia (los 7 profesores que han colaborado con el proyecto COMPEC durante los cursos 2010-2012, diseñando e implementando actividades para trabajarla en el aula) y profesorado no experto en la competencia (8 profesores parte del programa de Competencia científica los cuales han implementado actividades que trabajan la competencia científica pero sin haber trabajado explícitamente este aspecto)

La primera parte del cuestionario presenta una actividad de uso de pruebas seleccionada del libro de Jimenez-Aleixandre (2010) en la que se han añadido preguntas para que se abarquen varias categorías de esta dimensión de la competencia. Las demandas que se le piden al alumnado incluyen los distintos niveles de trabajo en el uso de pruebas presentadas en la tabla 1. A continuación, se propone a los profesores hacer una reflexión sobre la actividad a través de 4 preguntas abiertas sin mencionar que la actividad es de uso de pruebas. La una segunda parte del cuestionario incluye la definición de la competencia científica (según PISA) y las explicaciones de los tres procedimientos o dimensiones que forman parte de ésta, entre ellas, el uso de pruebas. Las preguntas posteriores buscan una reflexión explícita de la competencia de uso de pruebas, en relación también a la actividad presentada y sobre todo a la propia práctica docente.

Análisis de datos

Para caracterizar la demanda, con respecto al uso de pruebas, de las diferentes preguntas y actividades analizadas se ha construido un sistema de categorías. Estas categorías son

producto de un análisis teórico de la literatura sobre uso de pruebas y de un ir y venir de la teoría a los datos durante el análisis empírico de actividades ya diseñadas.

En el análisis teórico se han tenido en cuenta diversos artículos y otra literatura relacionada con la competencia de uso de pruebas (Jiménez-Aleixandre, 2010; Gott & Roberts, 2008; OCDE, 2007) en los que se define y desgrana la competencia, proponiendo categorías, dimensiones o aspectos a tener en cuenta cuando se trabaja la capacidad de utilizar pruebas científicas.

A partir del análisis empírico de un conjunto de actividades que trabajan la competencia de uso de pruebas (mencionadas previamente en el apartado de recogida de datos) junto con los documentos fruto del trabajo y las reflexiones de los profesores del proyecto COMPEC (audios y videos), se ha ampliado, modificado y enriquecido la tabla inicial hasta elaborar la versión que se presenta en el presente documento.

Para conocer las visiones del profesorado se analizarán las respuestas de los cuestionarios y se categorizarán las respuestas en función del objetivo de investigación al cual responde.

RESULTADOS

Fruto del análisis teórico y empírico realizado, se ha obtenido la tabla de categorización del tipo de demandas que se pueden realizar dentro de una actividad de aula para trabajar la competencia de uso de pruebas (Tabla 1). Estas demandas, además de ser de diferente tipología, no son todas del mismo nivel, sino que van desde demandas de tipo literal o inferencial (en las que el uso de pruebas se limita a la identificación u obtención de las mismas) hasta demandas más complejas de corte creativo (construcción de argumentos con pruebas) o evaluativo (emisión de juicios de calidad sobre las pruebas).

Nivel dem.	Tipo de demanda que trabaja el uso de pruebas científicas			
Literal	1. IDENTIFICAR	1.1. PREGUNTAS / PROBLEMAS	a. Preguntas actuales que se pueden resolver obteniendo pruebas b. Preguntas históricas que se resolvieron obteniendo pruebas	
		1.2. HIPÓTESIS / EXPLICACIONES	- Hipótesis / explicaciones propuestas en un experimento o procedimiento científico	
	2. IDENTIFICAR PRUEBAS	2.1. Identificar enunciados no sustentados en pruebas (como creencias, argumentos de autoridad, etc.)		
		2.2. Identificar enunciados sustentados en pruebas	a. Pruebas que hay detrás enunciados de conocimiento concretos b. Pruebas históricas que sustentan enunciados de conocimiento importantes y canónicos c. Pruebas históricas que sustentan enunciados ya refutados / descartados.	
Inferencial	3. GENERAR PRUEBAS	3.1. Identificar el proceso para obtener pruebas	a. Experimental: Identificar/explicar/diseñar el procedimiento necesario para obtener unas pruebas b. Otras vías: Identificar las fuentes de información para obtener pruebas fiables	
		3.2. Obtener datos	a. Experimentales, a partir de un experimento dado b. De otras fuentes	
		3.3. Presentar datos	a. Representar datos, organizarlos... b. Comparar datos, identificar similitudes/diferencias/cambios...	
Creativo	4. INTERPRETAR PRUEBAS	Para...	4.1. Confirmar/poner en duda o hipótesis iniciales	
			4.2. Escoger entre explicaciones alternativas	
			4.3.	a. Formular explicaciones (locales i directas)
				b. Elaborar explicaciones generales en función de un modelo
				c. Elaborar una nueva explicación alternativa
			4.4. Justificar unas conclusiones dadas	
			4.5. Hacer una nueva predicción/aplicarlo a una nueva situación	
4.6. Generar una nueva pregunta o hipótesis				
4.7. Identificar los modelos/supuestos que hay detrás de conclusiones				

Evaluativo	5. AVALUAR la calidad de los DATOS	5.1. Empíricas	en función de: - diseño experimental (muestra, instrumento, proceso...) - toma de datos (errores experimentales) - tratamiento de datos (formato, estadística, ...)
		5.2. Otras fuentes	en función de: - credibilidad y objetividad de las instituciones/personas involucradas
	6. VALORAR relación entre PRUEBAS y TEORIA	6.1. Valorar las pruebas que sustentan una conclusión, en función de un modelo o teoría determinada	en función de: - suficiencia de pruebas - especificidad - fiabilidad
		6.2. Valorar o validar un modelo en función de su capacidad de explicar/interpretar unos datos y considerarlos pruebas	

Tabla 1: Tipologías y niveles de demanda en actividades de uso de pruebas

A continuación, se muestra un ejemplo de demanda concreta dentro de una actividad para cada uno de los 6 tipos principales de demandas identificadas. En la demanda 4 se ha añadido un ejemplo de la categorización que se ha realizado para cada demanda (tabla 2):

1. Identificar preguntas/ hipótesis:

1.1.a *¿Cuáles de las siguientes preguntas no pueden ser respondidas mediante pruebas científicas? [se hace escoger entre cuatro opciones]*

2. Identificar pruebas:

2.2.b: *¿Qué evidencias usaban los científicos en la época de Hipatía para concluir que la Tierra era el centro del Universo?[a partir de una lectura y visionado de vídeos]*

3. Generar pruebas:

3.1.a: *¿Cómo lo harías para calcular [empíricamente] la masa?*

4. Interpretar pruebas:

Contexto de la actividad		Descripción
Curso	3º ESO	Se propone la comparación e interpretación de una analítica de plasma sanguíneo y de una bebida isotónica. Se plantean unas preguntas e hipótesis iniciales, y se realiza un experimento sobre la conductividad de distintas sustancias.
Tema	Función del agua como disolvente	
Fuente	Actividad proyecto COMPEC	Demanda tipo 4.1 Después de hacer el experimento y recoger datos sobre el comportamiento de las sustancias, redacta unas conclusiones que den respuesta a la pregunta que nos hemos planteado.

Tabla 2: ejemplo de cómo se han categorizado las demandas

5. Evaluar la calidad de los datos:

5.1: *¿Tiene sentido medir la contaminación en diferentes puntos de una ciudad para determinar el nivel de contaminación global? ¿Qué pasaría si sólo hubiera una estación de medida?*

6. Valorar la relación entre pruebas y teoría:

6.2: *¿Explica mi modelo todos mis datos?*

Visión de la competencia por parte del profesorado

Actualmente nos encontramos en el proceso de recogida de los datos a través de los cuestionarios, por lo que todavía no se dispone de los resultados sobre la visión del profesorado de ciencias de la competencia de uso de pruebas. Los resultados y conclusiones pertinentes se presentaran en los encuentros.

CONCLUSIONES

El análisis realizado nos muestra que, a pesar de la poca importancia otorgada a la competencia de uso de pruebas, existe una gran riqueza de matices en los diferentes tipos de demandas que pueden hacerse al alumnado para trabajar o comprobar el dominio de ésta competencia. En este sentido, no es de extrañar que esta competencia resulte compleja para el alumnado, ya que engloba una variedad muy alta de acciones que el alumno debe saber pensar, hacer y hablar. Como continuación de este estudio (y para su presentación en los Encuentros), nos planteamos conocer cuáles de estas tipologías han presentado más dificultades al profesorado a la hora de diseñarlas y también al alumnado cuando se han implementado en el aula.

Por otro lado, la clasificación de la variedad de tipologías y niveles de demanda de la competencia de uso de pruebas aquí presentado puede ser un instrumento útil y a tener en cuenta cuando se diseñen actividades para el trabajo o evaluación de esta competencia, escapando así de las actividades clásicas centradas únicamente en la identificación (en textos u otros) u obtención (bibliográfica o empírica) de pruebas para la elaboración de conclusiones locales.

BIBLIOGRAFIA

- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (2008). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- 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.
- Gott, R., & Roberts, R. (2008). Concepts of evidence and their role in open-ended practical investigations and scientific literacy; background to published papers. The School of Education, Durham University, UK.
- Jeong, H., Songer, N. B., & Lee, S.-Y. (2006). Evidentiary Competence: Sixth Graders' Understanding for Gathering and Interpreting Evidence in Scientific Investigations. *Research in Science Education*, 37, 75-97.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Didáctica/ diseño y desarrollo curricular. Barcelona: GRAO.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 66, 155-178.
- OCDE. (2007). PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos.
- OECD. (2007). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1. Analysis.
- Sanmartí, N. (2008). Què comporta desenvolupar la competència científica? *Guix*, (344).

ⁱ El trabajo aquí presentado está financiado por el MICINN, como parte del proyecto de I+D COMPEC: "La competencia científica en el profesorado de ciencias de secundaria: análisis de dificultades, propuestas de formación y elaboración de materiales didácticos como "buenas prácticas" en el ámbito", con referencia EDU2009-08885*.

ⁱⁱ Este proyecto de ejemplificación curricular sobre competencia científica está financiado por el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya y dirigido por Mercè Izquierdo. La unidad diseñada ha sido co-autoría de la segunda autora y otros profesores del proyecto COMPEC.⌘

Diferencias entre contextos científicos y contextos de la vida diaria en resolución de problemas con enunciado

Gómez, C.; Solaz-Portolés, J. y Sanjosé, V.

Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València.

Contacto: vicente.sanjose@uv.es

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Comprender un problema con enunciado significa construir representaciones mentales en diferentes niveles de elaboración sobre la situación descrita. Kintsch y colaboradores (Kintsch, 1998; Kintsch & van Dijk, 1978; Kintsch & Greeno, 1985; Nathan, Kintsch & Young, 1992) han propuesto las siguientes representaciones: Superficial o Léxico, Base del Texto (nivel semántico), Modelo de la Situación (nivel referencial) y Modelo del Problema (nivel abstracto, matemático). Las dos últimas representaciones implican relacionar el contenido de los enunciados con el conocimiento previo a través de inferencias, pero difieren en la naturaleza ontológica de sus componentes. El Modelo de la Situación (MS) se construye a partir de entidades concretas, objetos y eventos del mundo ordinario, mientras el Modelo del Problema (MP) se construye a partir de entidades abstractas como estados, fenómenos, funciones, conceptos, reglas, leyes y principios.

En este estudio investigamos el modo en que diferentes variables de los problemas pueden facilitar o dificultar la construcción de las representaciones MS y MP por parte de estudiantes de Secundaria y, por tanto, aumentar o disminuir sus posibilidades de éxito en la fase de resolución. En este estudio consideramos solamente problemas que involucran 2 ecuaciones lineales con 2 incógnitas, muy frecuentes en física y química.

En esta comunicación mostraremos una replicación, con una potencia estadística mayor, de resultados ya encontrados anteriormente en un estudio piloto (Gómez, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2012).

FUNDAMENTO TEÓRICO

Llamamos “traducción algebraica” al proceso de construcción de MP a partir de MS en problemas de naturaleza algebraica. (Puig, 1998; Sanjosé, Solaz-Portolés y Valenzuela, 2009). Se supone que construir una representación MS rica es una condición necesaria (no suficiente) para poder construir la representación MP. Este trabajo intenta explorar esta relación entre MS y MP que afecta a la transferencia desde los aprendizajes en matemáticas a las ciencias.

Los problemas que se suelen utilizar en las clases de matemáticas para enseñar a los estudiantes a resolver problemas algebraicos suelen construirse a partir de situaciones de la vida diaria bien conocidas por los estudiantes. Sin embargo, los problemas de física y química se refieren a contextos poco conocidos por los estudiantes. Llamamos “Familiaridad” con el contexto de un problema al mayor o menor conocimiento previo que un resolutor tiene con la situación descrita en su enunciado.

Nuestra pregunta de investigación es la siguiente:

Si el resto de variables asociadas al diseño de los problemas, ¿cuál es el efecto de este cambio en la familiaridad de los enunciados? Si la estructura algebraica de dos problemas es la misma pero sus niveles de familiaridad con la situación del enunciado difieren, ¿es lógico esperar que los estudiantes logren niveles de éxito similar en ambos problemas? Dado que la mayor o menor Familiaridad con una situación implica un menor conocimiento previo o experiencia previa con dicha situación, es de esperar que una baja Familiaridad dificulte la construcción de un MS rico. Entonces, si se dificulta la construcción del MS, ¿se dificulta también la construcción de MP?

Esta es una pregunta relevante porque los profesores esperan generalmente que los procedimientos y estrategias de resolución de problemas aprendidos en las clases de matemáticas incrementen el éxito en la resolución de problemas de ciencias. Usualmente, los problemas de matemáticas utilizan enunciados de alta familiaridad para los estudiantes, pero los enunciados de los problemas de física y química son de baja familiaridad para los estudiantes y ello podría producir diferencias en el rendimiento de los estudiantes, a igualdad de otras variables implicadas.

El método usual para enseñar a resolver problemas en las aulas de ciencias y matemáticas está basado en la Transferencia (Rebello et al. 2007; Hammer et al., 2005; Mestre, 2003; Bernardo, 2001; Reed, Dempster & Ettinger, 1985): se resuelven y explican unos pocos problemas-ejemplo (problemas “fuente”) y luego se propone a los estudiantes que resuelvan problemas parecidos a ellos (problemas “diana”). La resolución por transferencia requiere que se construya una analogía entre (alguno de) los problemas conocidos y el problema “diana” (Gentner, 1983). La analogía entre dos problemas se puede caracterizar en términos de sus Superficies y de sus Estructuras (Holyoak & Koh, 1987). La Superficie de un problema se refiere a los objetos con sus atributos y los eventos particulares involucrados en el enunciado. La Superficie de un problema y el conocimiento previo del resolutor determinan la Familiaridad del problema. La Estructura en un problema algebraico está determinada por “*cómo las cantidades se relacionan unas con otras, y no por las cantidades en sí mismas*” (Novick, 1988; pp 511). Las ecuaciones de un problema algebraico resumen su estructura.

Para estudiar el efecto de la Familiaridad, debemos controlar las relaciones Superficiales y Estructurales entre problemas.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Método

Muestra.- Participaron 194 estudiantes de ambos sexos de 3º y 4º de ESO. Pertenecieron a 8 grupos naturales en 3 centros de Enseñanza Secundaria en nivel socio-cultural medio. De ellos, 101 fueron asignados a la condición de alta familiaridad (enunciados de la vida diaria) y 93 a la condición de baja familiaridad (enunciados de física y química).

Materiales y Medidas.- Elaboramos dos cuadernillos con las instrucciones, un problema “fuente” totalmente resuelto y explicado, y 4 problemas “diana”. Uno de los cuadernillos contenía problemas de alta familiaridad y el otro contenía problemas de baja familiaridad. Cada uno de los problemas “diana” fue diseñado para que su relación con el problema “fuente” estuviera definida en términos de su misma/diferente Superficie o de su misma/diferente estructura.

Las Superficies de Alta Familiaridad fueron “Llenado o Vaciado de Piscinas” y “Aumento o Disminución del Dinero en Cuentas de Ahorro”. Las Superficies de Baja Familiaridad fueron “Depósitos de Gas cuya Presión aumenta o disminuye al suministrar o extraer Calor” y “Barras de metal cuya Longitud aumenta o disminuye al suministrar o extraer Calor”. Las estructuras consideradas fueron 2, correspondientes a dos rectas secantes (dos ecuaciones lineales):

$$\text{Eq1.- } y_1 = y_{10} + r_1 x \qquad \text{Eq2.- } y_2 = y_{20} + r_2 x$$

Donde $y_{10} > y_{20}$ siempre. Una estructura corresponde a r_1 y r_2 ambas positivas, $r_1 < r_2$, y la otra estructura corresponde a r_1 negativa y r_2 positiva. Estas estructuras son bien conocidas en los problemas de dos móviles, y corresponden respectivamente a los problemas en los que uno de los móviles debe “Alcanzar” al otro, y a problemas en los que ambos móviles se van a “Encontrar” en un punto intermedio de sus posiciones iniciales.

En ambas condiciones de familiaridad, los problemas “fuente” correspondieron a la estructura “Alcanzar”. Los 4 problemas “diana” en cada condición de familiaridad se diseñaron a partir de una tabla 2 X 2 (superficies X estructuras) y se denominaron usando la nomenclatura de Reed (1987):

Fuente: Piscinas /Alcanzar (Depósitos de gas /Alcanzar)	Superficie: Piscinas (Depósitos de gas)	Superficie: Ahorros (Dilatación de metales)
Estructura: Alcanzar	<i>Equivalente</i>	<i>Isomorfo</i>
Estructura: Encontrar	<i>Similar</i>	<i>Relacionado</i>

Tabla 1: Problemas ‘diana’ según su relación Superficial y Estructural con el problema “fuente”. Los parentesis corresponden a los problemas de baja Familiaridad.

Cada problema “diana” proponía 2 tareas: a) establecer la similitud o diferencia entre el problema presente y el problema “fuente” en términos de sus superficies y estructuras, b) seleccionar el sistema de dos ecuaciones correcto para resolver el problema. Proporcionamos 3 opciones una de las cuales era la correcta. Una de las opciones siempre fue el mismo sistema de ecuaciones que resuelve correctamente el problema “fuente”. En el caso de los problemas de distinta estructura que el fuente (Similar y Relacionado), elegir esta opción implica el error conocido por “transfer negativo”. Por tanto, tomamos las siguientes medidas:

- 1.-Detección correcta/ incorrecta de la relación estructural entre el problema “diana” y el “fuente” (1/0). Se contabilizó también el número total de problemas diana en los que se detectó la relación estructural correcta (entre 0 y 4).
- 2.-Ecuaciones correctas o incorrectas en cada problema “diana”. Se contabilizó también el número total de problemas diana en los que se eligió el sistema de ecuaciones correcto (entre 0 y 4).

Procedimiento.- Tras leer las instrucciones y clarificar dudas, uno de los investigadores asistió a los estudiantes en las tareas del problema Equivalente pero sin mostrar las respuestas correctas, y luego dejó que los estudiantes realizaran solos esas tareas sin en el resto de problemas diana. En todos los casos, el problema “fuente” fue consultado por los estudiantes libremente durante la prueba.

Resultados

Mediante una prueba breve de prerequisites se aseguró que todos los participantes poseían suficientes conocimientos algebraicos para comprender el problema “fuente”.

El curso (3º/4º) no produjo ningún efecto significativo ($p > .08$) y todos los análisis y por tanto, el curso se colapsó en adelante.

En la tarea de reconocer las analogías / diferencias superficiales y estructurales entre cada problema “diana” y el problema “fuente”, estudiamos las respuestas de los estudiantes asociadas con las relaciones entre sus estructuras. La Familiaridad tuvo un efecto significativo (Mann-Whitney: $U = 2852.0$; $p < .001$) sobre el número de relaciones estructurales correctamente establecidas en los problemas “diana” (de 0 a 4). Los estudiantes encontraron mayor dificultad en reconocer las analogías o diferencias estructurales en los problemas con contextos científicos (baja familiaridad: $M_{bF} = 1.56$); que en los problemas con contextos de la vida diaria (alta familiaridad: $M_{aF} = 2.30$).

En cuanto a las ecuaciones correctas en cada problema “diana”, la tabla 2 muestra las proporciones de acierto en cada problema “diana” en ambas condiciones de familiaridad.

	Equivalente	Similar	Isomorfo	Relacionado
Familiaridad Baja	.81	.58	.72	.70
Familiaridad Alta	.88	.73	.86	.77
Total	.85	.66	.79	.74

Tabla 2.- Proporción de ecuaciones correctas elegidas en cada problema “diana” en las dos condiciones de Familiaridad.

En un análisis preliminar realizado con ANOVA tomando la Superficie y la Estructura como factores intra-sujetos, y la Familiaridad como factor entre-sujetos indicó efectos significativos procedentes del factor Estructura y del factor Familiaridad. Entonces, estas posibilidades fueron re-analizadas usando test no paramétricos.

Todos los problemas “diana” en la condición de baja Familiaridad (contextos de ciencias) obtuvieron proporciones de éxito en las ecuaciones menores que los problemas de alta Familiaridad (contextos de la vida diaria). El test de Mann-Whitney mostró el efecto principal significativo ($U = 3631.0$; $p = .004$) de este factor. Por lo tanto, la Familiaridad produjo también efectos significativos sobre la variable “Número total de ecuaciones correctas elegidas en los problemas diana” con valores entre 0 y 4 ($U = 3657.5$; $p = .005$). Hubo más problemas con familiaridad alta con ecuaciones bien elegidas que problemas con familiaridad baja. No hubo interacciones significativas entre el factor Familiaridad y otros factores, aunque podría haberse esperado una interacción significativa con el factor Superficie o también con el factor Curso (que no produjo ninguna significación, como se ha dicho antes) por su relación posible con el conocimiento previo.

También hubo un efecto significativo del factor Estructura (Wilcoxon: $Z = -4.019$; $p < .001$), ya que los problemas de estructura diferente al “fuente” obtuvieron menor nivel de éxito en las ecuaciones ($M_{dE} = .70$) que los de igual estructura al “fuente” ($M_{iE} = .82$). Pero este efecto se mantuvo tanto para los problemas de contextos de la vida diaria como en los de contexto científico.

Reconocer las analogías o diferencias estructurales tuvo un efecto significativo sobre la elección correcta o no de las ecuaciones de cada problema. Las variables “número de relaciones estructurales correctas” y “número de sistemas de ecuaciones correctos elegidos” (ambas con puntuaciones de 0 a 4), correlacionaron positiva y significativamente (Spearman's $\rho = .490$; $p < .001$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Construir analogías entre problemas es una estrategia importante para resolver nuevos problemas y también para instruir a los estudiantes en resolución de problemas. Diferenciar entre analogías superficiales y estructurales entre problemas es esencial, pero las analogías estructurales que los profesores perciben con facilidad pueden no ser tan evidentes para los estudiantes (Oliva, 2004).

Cuando las situaciones problemáticas enfrentadas por los estudiantes contienen objetos y eventos no familiares para ellos, como es el caso de la mayoría de temas de ciencias, los alumnos tienen más dificultades para detectar las analogías /diferencias estructurales entre problemas, comparado con el caso en el que las situaciones problemáticas pertenecen a contextos de la vida diaria (Gómez, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2012). Y ello se produce en todas las posibilidades de relación superficial y estructural entre problemas. Esto puede ser explicado en términos del modelo de comprensión desarrollado por Walter Kintsch y colegas (op.cit). Un enunciado es un texto corto y se necesitan muchas inferencias para construir el Modelo de la Situación. Esta representación es un paso previo para abstraer el Modelo del Problema que incluye la estructura algebraica. A menor experiencia y conocimiento previo con ciertos objetos (con sus atributos) y eventos en el mundo ordinario, más pobre será su representación mental (MS) que afectará a la construcción de MP disminuyendo las probabilidades de éxito en la resolución del problema.

La consecuencia didáctica es que no se puede esperar que el trabajo realizado en las clases de matemáticas en contextos de la vida diaria pueda ser transferido sin problemas a los contextos de ciencias. Esta dificultad en la transferencia de estrategias de resolución de problemas desde las matemáticas a las ciencias ya fue señalada antes a partir de diseños experimentales diferentes (Bassok & Holyoak, 1989) y ahora es replicada en nuestro estudio.

BIBLIOGRAFIA

- Bassok, M. & Holyoak, K.J. (1989). Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and physics. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 153-166.
- Bernardo, A.B.I. (2001). Analogical problem construction and transfer in mathematical problem solving. *Educational Psychology*, 21(2), 137-150.
- Gómez, C.B.; Solaz-Portolés, J.J. y Sanjosé, V. (2012). Efectos de la similitud superficial y estructural sobre la transferencia a partir de análogos en problemas de alta y baja familiaridad: primeros resultados. Pendiente de publicación en *Enseñanza de las Ciencias*.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping. A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Hammer, D., Elby, A., Scherr, R. & Redish, E. (2005). Resources, framing and transfer. In J. Mestre (Ed.), *Transfer of learning from a modern multidisciplinary perspective*, (pp. 89-119). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Holyoak, K.J. y Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory & Cognition*, 15(4), 332-340.
- 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.
- Kintsch, W. & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of discourse comprehension and production. *Psychological Review*, 85, pp. 363-394.
- Mestre, J. (2003). Transfer of learning. Issues and research agenda. (National Science Foundation Report #NSF03-212). Consultado el 5 de marzo de 2012 en: <http://www.nsf.gov/pubs/2003/nsf03212/nsf03212.pdf>
- Nathan, M. J., Kintsch, W. & Young, E. (1992). A theory of algebra-word-problem comprehension and its implications for design of learning environments. *Cognition and Instruction*, 9, 329-389.
- Novick, L. (1988). Analogical transfer, problem similarity, and expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14, 510-520.
- Oliva, J. M^a (2004). El papel del razonamiento analógico en la construcción histórica de la noción de fuerza gravitatoria y del modelo del sistema solar (primera parte). *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 1 (1), 30-43.
- Puig, L. (1998). Poner un problema en ecuaciones. Consultado el 22 de marzo de 2012 en: <http://www.uv.es/puigl/ppe.pdf>.
- Rebello, N. S.; Cui, L., Bennet, A. G.; Zollman, D. A. & Ozimek, D. J. (2007). Transfer of learning in problem solving in the context of mathematics and physics. En D. Jonassen (Ed.), *Learning to solve complex scientific problems*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum.
- Reed, S.K. (1987). A structure-mapping model for word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 124-139
- Reed, S.K., Dempster, A. & Ettinger, M. (1985). Usefulness of analogous solutions for solving algebra word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 106-125.
- Sanjosé, V.; Solaz-Portolés, J.J. y Valenzuela, T. (2009). Transferencia inter-dominios en resolución de problemas: una propuesta instruccional basada en el proceso de “traducción algebraica”. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 169-184.

ANEXO

Baja Familiaridad. Estructuras: Alcanzar/Encontrar. La otra Superficie se obtiene realizando los cambios siguientes: Depósito de Gas → Barra de Metal; Presión → Longitud; Milibar → Micra

Considérense dos depósitos de gas A y B, conectados a dos dispositivos térmicos que pueden transferir o extraer calor. Inicialmente, la presión interna del gas en el depósito A es 2000 milibar mayor que la presión en el depósito B. Entonces se conectan los dispositivos térmicos. La presión en A crece/decrece a razón de 20 milibar/Kcaloría, y la presión en B crece a razón de 30 milibar/Kcaloría. ¿Cuánto calor se habrá transferido a A y a B cuando sus presiones internas sean iguales? (Nota: 1 milibar es una unidad de presión).

Alta Familiaridad. Estructuras: Alcanzar/Encontrar. La otra Superficie se obtiene realizando los cambios siguientes: Agua → Dinero; Piscina → Cuenta de ahorro; Volumen → Saldo; Litro → Euro; Minuto → Semana. Bomba de agua → Negocio (con ganancias o pérdidas)

Considérense dos piscinas A y B cuyo volumen de agua puede aumentar o disminuir. Inicialmente la piscina A contiene 2000 l de agua más que la piscina B. Entonces se conectan a la vez las bombas de agua en las dos piscinas. El volumen de agua en A crece/decrece a razón de 20 l/min, y el volumen de agua en B crece a razón de 30 l/min. ¿Cuánto tiempo habrá pasado cuando los volúmenes de agua en A y en B sean iguales?

La actitud hacia la clase de física del estudiantado de secundaria de Chile.

Gómez,Y., Quintanilla,M.,Lires,M.

Laboratorio de investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales G.R.E.C.I.A.
Pontificia Universidad Católica de Chile. mariorgg@gmail.com

RESUMEN

Esta investigación tiene el objetivo de comprender las actitudes del estudiantado de secundaria hacia la clase de física. Para esto, se utiliza un cuestionario tipo Likert que intenta evaluar estas actitudes en distintas dimensiones. Este instrumento fue debidamente adaptado y validado a los códigos y contexto sociocultural de Chile, ya que el original fue originado en España. Los resultados indican que, en general, las actitudes por parte del estudiantado hacia la clase de Física, son levemente favorables.

Palabras clave

Actitudes, actitud hacia la ciencia, didáctica de la física.

INTRODUCCIÓN

Situándonos en el escenario mundial actual, la ciencia y la tecnología son factores cruciales para el desarrollo de los países. Sin embargo, aunque el rol y la relevancia de la ciencia dentro de la sociedad son evidentes; el interés hacia la misma, aún no se ha extendido de forma consciente y responsable en los sectores que se quedan fuera de los círculos científicos e investigativos más elementales.

Este fenómeno se extiende al contexto educativo. Diversas investigaciones, realizadas en diferentes países del mundo, han detectado que la falta de interés y las actitudes negativas de los estudiantes hacia la ciencia y la tecnología son hoy el principal problema de la educación científica, que se traduce en conocimientos deficientes sobre la ciencia y falta de vocaciones científicas necesarias para que el sistema de ciencia y tecnología mantenga su actividad en progreso (Fensham cit. en Vásquez 2008).

Este problema alcanza, también, los intereses de la Organización *para la Cooperación y el Desarrollo Económico* (OCDE), ya que, el número de estudiantes de ciencia y tecnología en las universidades del mundo ha descendido notablemente durante los últimos 15 años. Las razones son variadas, pero algunas investigaciones sugieren que las actitudes del estudiante hacia la ciencia, pueden jugar un papel importante. (OCDE, 2006).

En este sentido, es pertinente preguntarse *¿Cuál es la situación en Chile?, Qué actitudes manifiestan los estudiantes frente a la ciencia?*

En Chile, si bien las investigaciones propuestas e intervenciones en torno a la educación científica han aumentado en los últimos 10 años, aún quedan bastantes metas por lograr y temas por investigar. Considerando este último punto, y en concordancia a esta investigación, es preciso indicar que son escasos los estudios que hacen referencia a las actitudes por parte de los estudiantes de enseñanza media hacia la clase de ciencia en

nuestro país, por lo cual, no es posible intervenir en estas predisposiciones, si no se conocen o no se han explorado.

MARCO TEÓRICO

Esta investigación se enmarca en una de las líneas de investigación de la Didactología o Didáctica de las Ciencias Experimentales (DDCCEE); *las actitudes hacia las Ciencias en estudiantes de secundaria* (Osborne (2003), Vásquez & Manassero, (2009); Mazzitelli (2009); Santadreu (2010)).

Es muy importante tener presente que, la actitud de las personas desempeña un papel importante a la hora de determinar su interés, su atención y sus reacciones hacia la ciencia y la tecnología en general y hacia los temas relacionados con ellas en particular. Uno de los objetivos de la educación en ciencias es que los alumnos desarrollen una serie de actitudes que promuevan su interés por los temas científicos, así como la subsiguiente adquisición y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en beneficio personal, social y global. (OCDE, 2006).

Actitudes científicas y hacia la ciencia

Según García y Sánchez (2006), cuando se abordan las actitudes relacionadas con la ciencia, uno de los problemas es la falta de claridad en la definición del objeto de actitud, lo que conduce a interpretaciones no muy adecuadas de los resultados de investigaciones sobre esta temática. Así tenemos que se habla de **actitudes científicas**: hacia la ciencia, hacia la enseñanza de la ciencia, hacia el aprendizaje de la ciencia, hacia el profesor que enseña ciencia, hacia las materias de ciencias, hacia los científicos, etc., para referirse a un mismo objeto de actitud, la ciencia. Por eso es conveniente hacer algunas precisiones al respecto.

Actitudes científicas

El término de **actitud científica** también ha tenido varias definiciones a lo largo del tiempo, dos de ellas, se mencionan a continuación;

Algunos autores asumen **las actitudes científicas** como un conjunto de rasgos emanados de las características que el método científico impone a las actividades de investigación científica realizadas por los científicos, como por ejemplo: racionalidad, curiosidad, disposición a cambiar de juicio, imparcialidad, pensamiento crítico, honradez y objetividad, humildad, respeto por la naturaleza y la vida, escepticismo y creatividad (Gardner cit. en Londoño, 2002).

Otros investigadores asumen que, **Las actitudes científicas** “son de naturaleza cognoscitiva y están determinadas por rasgos supuestamente propios de la conducta científica y de los científicos tales como: curiosidad, objetividad, juicio controlado, racionalidad, precisión, honestidad intelectual, apertura mental, búsqueda de relaciones, hábito de crítica, etc. que son orientaciones generales de los individuos hacia el tratamiento de hechos, evidencias, objetos y métodos de las ciencias” (Mora cit. en Sánchez & Valencia, 2009).

Actitudes hacia la ciencia

Cuando se habla específicamente de actitudes hacia la ciencia se incluyen elementos tales como el gusto por las clases de ciencia, preferencia hacia las carreras científicas, la ciencia como institución y temáticas específicas de ciencia (Gutiérrez & Marfileño cit. en García & Sánchez, 2006).

Gardner en García (2006) señala que en su revisión sobre actitudes hacia la ciencia las define como: “las disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder hacia todos los elementos (acciones, personas, situaciones o ideas) implicados en el aprendizaje de la ciencia”.

Vázquez & Manassero en García (2006), señalan que presentan una taxonomía de actitudes que incluyen aquellas hacia la enseñanza-aprendizaje de la ciencia relacionadas con aspectos de aprendizaje tales como objetivos y contenidos; métodos de enseñanza; profesores de ciencia; el clima del aula y el currículo (actividades y recursos). También incluyen aspectos referentes al producto obtenido en el aprendizaje tales como la alfabetización científica; la utilidad de la ciencia en la vida cotidiana; la elección de carreras, el interés por la ciencia, etc.

Por otra parte, es muy importante considerar que, últimamente, a nivel internacional se ha puesto un mayor énfasis en la evaluación de actitudes hacia la ciencia, lo cual, se ve reflejado en la evaluación en ciencias PISA 2006 que adopta un enfoque innovador para evaluar las actitudes de los alumnos. No solo les pregunta lo que opinan sobre la ciencia en los cuestionarios de los alumnos, sino que incluye dentro de la parte científica de la evaluación preguntas sobre sus actitudes hacia las cuestiones sobre las que están siendo evaluados (OCDE, 2006). Ahora cabe preguntarnos; ¿Cuáles son las actitudes hacia la ciencia del estudiantado de secundaria en Chile?, ¿Se evalúan las actitudes hacia la ciencia en Chile en los estudiantes?

Fensham en Vázquez & Manassero en (2008), señalan que la enseñanza de las ciencias y la educación científica en el mundo, deben afrontar las inapropiadas y negativas actitudes que tiene el estudiantado hacia la ciencia, y más específicamente, la falta de interés hacia la ciencia en la escuela, lo cual, como señala Vázquez (2009), también se ve reflejado en los resultados del Proyecto ROSE (Relevance of Science Education) en donde participan varios países del mundo como Finlandia, España, Japón, Inglaterra y otros, en donde, el estudiantado - mediante un instrumento - manifiestan su discrepancia en torno a los objetivos de la ciencia escolar, ya que dan a entender que no se han vuelto más críticos y escépticos, ni han abierto sus ojos a nuevos y excitantes trabajos, aunque la mayoría considera que ha aumentado su curiosidad y apreciación por la naturaleza, como también, de lo importante de la ciencia para el estilo de vida.

METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo exploratorio-descriptivo con carácter cuantitativo. Los sujetos que participaron de esta investigación, fueron 299 estudiantes de secundaria de la Región del BíoBío y Región Metropolitana de Chile, los cuales, pertenecían a 3 instituciones de diversa gestión institucional (pública, subvención compartida y privada).

El instrumento de generación de información utilizado, fue un test de actitudes hacia las asignaturas de Física y Química elaborado por docentes del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas de la Universidad Autónoma de Barcelona para una investigación análoga con estudiantes catalanes (Boixaderas et. al. 1990). Lo anterior, implicó la adaptación (Gómez & Quintanilla, 2011) y validación al contexto socio cultural chileno por parte de profesores en formación de ciencias, profesores en ejercicio de física, psicólogos y doctores en didáctica de las ciencias experimentales de Chile e Iberoamérica. Este instrumento, que correspondía a un cuestionario de tipo Likert, evaluaba 8 dimensiones, cada una de ellas con 10 enunciados específicos (80 en total).

Dimensiones del instrumento

Trabajo en grupo (D1), Trabajo individual y tareas(D2), Trabajo en prácticas de laboratorio(D3), Intereses para un futuro (D4), Influencia del profesor en la asignatura de Física(D5), Dificultad para aprender Física(D6), Relación entre la vida cotidiana y la asignatura de Física(D7) e, Importancia social de la ciencia y los científicos(D8) (Boixaderas et. al. 1990). El alfa de Cronbach para las dimensiones, fluctúa entre 0.793 y 0.88, lo cual le da una consistencia interna, puesto que para los instrumentos de este tipo, se acepta un valor aproximado de 0.8.

Para responder el instrumento, el estudiantado debía leer las instrucciones, en donde, se señalaba que cada enunciado debía ser valorado según la siguiente escala;

Valoraciones	Clave	Descripción de la valoración
Totalmente de Acuerdo	TA	Si compartes el contenido del enunciado tal y como está redactado.
Parcialmente de Acuerdo	PA	Si compartes el contenido central del enunciado en algunos aspectos.
No estoy seguro	N	Si estas indeciso con el enunciado
Parcialmente en Desacuerdo	PD	Si no compartes el contenido central del enunciado, aunque estás de acuerdo con alguno de sus aspectos.
Totalmente en Desacuerdo	TD	Si no compartes el contenido central del enunciado en ninguno de sus aspectos.

Tabla 1. Escala de valoración del instrumento

Cada una de las valoraciones tenía asignado un valor (fluctuación del 1 al 5), lo cual, permitía obtener el puntaje de cada uno de los estudiantes y, de esta forma, identificar de manera general, las actitudes del estudiantado de secundaria hacia la clase de física.. A continuación, la tabla 2 muestra el ejemplo de 8 enunciados pertenecientes al instrumento

Tabla 2. Algunos enunciados del instrumento

Nº	Enunciado
1	Una de las mejores maneras de aprender Física es trabajando en grupo.
2	En los laboratorios de Física nada se aprende.
3	Estudiar en casa es importante para aprender la asignatura de Física.
4	El que yo aprenda Física es independiente del profesor(a) de física que tenga.
5	Lo que he aprendido en las clases de Física me será útil en el futuro.
6	La Física trata fenómenos y problemas alejados de la realidad.
7	Socialmente, se considera más importante a un científico que a cualquier otro profesional.
8	La asignatura de Física es fácil.

En la tabla 3, se muestra el formato en donde respondieron el instrumento los estudiantes en la tabla 3, se muestra el formato en donde respondieron el instrumento los estudiantes.

Tabla 3. Algunos espacios de la hoja de respuesta del instrumento

Enunciado	TA	PA	N	PD	TD
1					
2					

RESULTADOS

Antes de comenzar, se hace indispensable apropiarse del siguiente rango de puntuación para las actitudes:

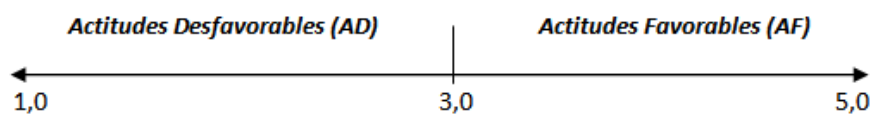


Figura 1. Escala numérica para interpretar actitudes

Se debe tener presente que, la escala numérica, sigue las orientaciones metodológicas de las escalas Likert (Hernández et. al 2010).

A partir de lo anterior, se considerará a todas las puntuaciones inferiores a 3,0 como tendencias a una actitud desfavorable hacia la clase de física y, para toda puntuación mayor a 3,0 se considerará como una tendencia favorable a la clase de Física y/o dimensión del test de actitudes hacia la clase de Física.

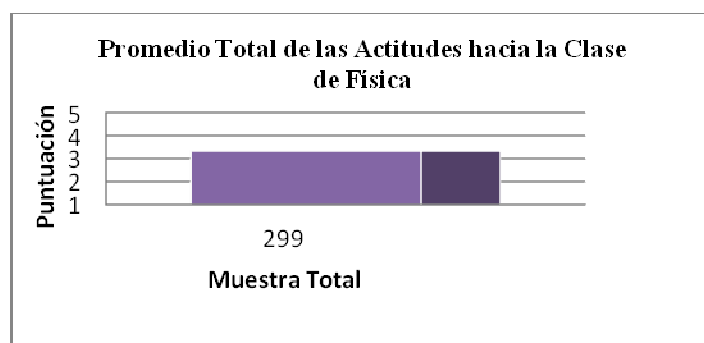
Resultados de las actitudes hacia la clase de Física del estudiantado de secundaria

La media aritmética de la puntuación obtenida del test de actitudes hacia la clase de Física por institución y, media aritmética de las 3 instituciones en conjunto, se visualizan en la tabla 4.

Tabla 4. Promedio general de las puntuaciones por institución y total de estas

Institución	Promedio por Institución	Promedio total Instituciones
Público	3,40	3,33
Subvención compartida	3,20	
Privado	3,40	

Figura 2. Puntuación promedio de las 3 instituciones



A partir de la tabla 4 y la figura 2, podemos apreciar que la puntuación promedio de las 3 instituciones es igual a 3.33, lo cual, permite hacernos una idea – en primera instancia – que las actitudes que manifiesta el estudiantado de secundaria hacia la clase de Física, son levemente favorables.

Se debe considerar lo siguiente; si bien tenemos una visión global de las actitudes que manifiesta el estudiantado de secundaria, no se debe descuidar el hecho de que el promedio general calculado para las 3 instituciones de secundaria, tiene involucrada las medias aritméticas de las 8 dimensiones que conforman el instrumento de medición de las actitudes, las cuales, pueden ser diferentes a la puntuación promedio general. En este sentido, se hace necesario el cálculo del promedio general, pero esta vez, para cada una de las dimensiones del test el que se presenta en la tabla 5.

	Dimensión							
Media aritmética	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
	3,10	3,60	3,60	3,00	3,10	2,90	3,50	3,20

Tabla 5. Promedio general de las puntuaciones por dimensión del instrumento

De la tabla 5, podemos apreciar que el estudiantado de secundaria, manifiesta actitudes bastantes favorables para D2(Trabajo individual y tareas), D3(Trabajo en prácticas de laboratorio) y D7(Relación entre la vida cotidiana y la asignatura de Física), lo cual, no se da para D6 (Dificultad para aprender Física).

Por otra parte, en términos de la media aritmética general para cada una de las dimensiones, si bien permite hacernos una idea global de la tendencia que tiene el estudiantado de secundaria, no admite visualizar los promedios individuales para el total de la muestra, por lo cual, se hace necesario graficar la dispersión de estos valores, que en esta ocasión, serán solamente los más relevantes que se obtuvieron.

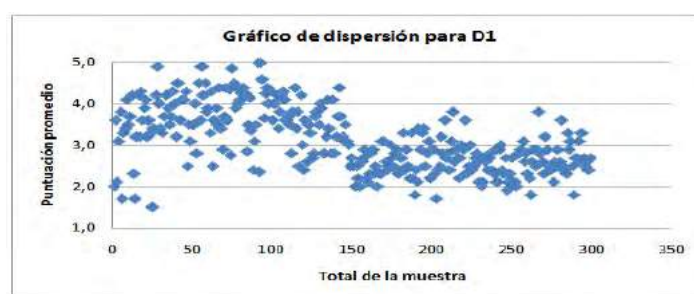
Gráfico de dispersión para *trabajo en grupo* (D1)

Figura 3. Dispersión para D1

Gráfico de dispersión para *Intereses para un futuro (D4)*

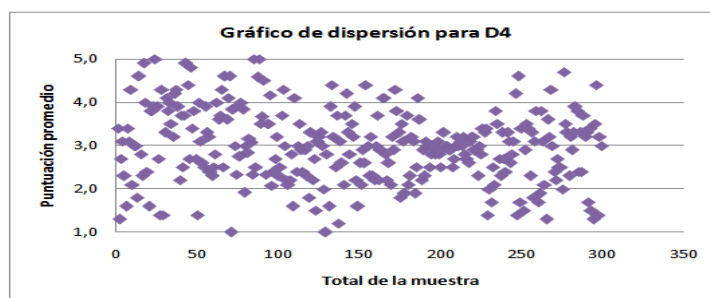


Figura 4. Dispersión para D4

Gráfico de dispersión para *Influencia del profesor en la asignatura de Física (D5)*

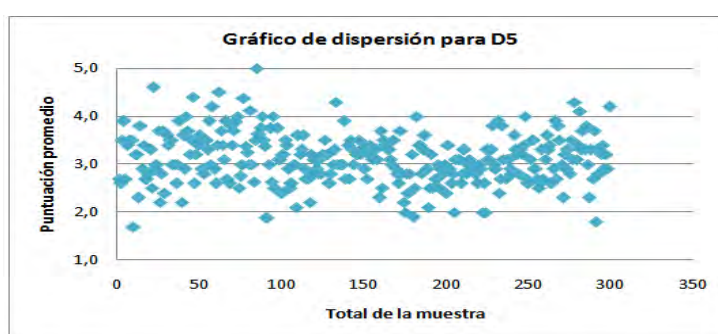


Figura 4. Dispersión para D5

Gráfico de dispersión para *Dificultad para aprender Física (D6)*

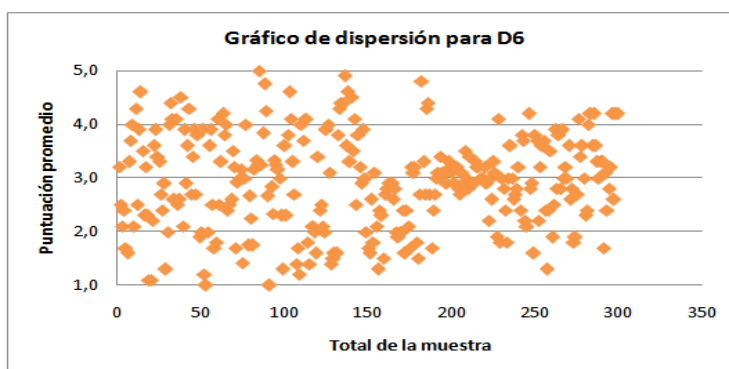


Figura 5. Dispersión para D6

CONCLUSIONES

El estudiantado de secundaria de Chile, manifiesta una predisposición levemente favorable hacia la clase de física, ya que, el valor de la media aritmética del total de la muestra es igual a 3,33 de un total de 5, lo cual, resulta interesante al momento de contrastarlo con la evidencia obtenida durante la práctica docente, pues, varios docentes chilenos coinciden en que, las predisposiciones que manifiesta el estudiantado hacia la clase de física, son mayormente negativas. Por esta razón, la evidencia obtenida mediante la aplicación del test de actitudes es y será influyente en la forma de enfrentar el trabajo en aula, tanto en lo personal, como para el resto de los docentes; pues,

comprobar una predisposición levemente favorable en los estudiantes indica que existe una base sobre la cual potenciar el interés de los mismos hacia la clase de física.

La característica más destacada de este estudio es que, constituye un acercamiento exploratorio para analizar las actitudes hacia la clase de física manifestada por el estudiantado; lo cual es, sin duda, una base empírica necesaria para continuar con los estudios dentro de esta área en Chile.

BIBLIOGRAFÍA

Boixaderas, N., De la Vila, J., Sanmartí, N. (1990). *Test de actitudes relacionadas con la Asignatura de Física y Química*. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

García, M., Sánchez, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos* vol. 28(114), 61-89.

Hernández, R., Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*, México; Mc Graw Hill.

Londoño, A., Rodríguez, M., Páez, H., Bustos, L., Paredes, G., Mercedes, O. (2002). *Desarrollo de la actitud científica: una experiencia de trabajo a partir de colectivos escolares*. Comunicación presentada en III Encuentro Iberoamericano de colectivos escolares y redes de maestros que hacen investigación desde su escuela., 32-39. Santa Marta. Colombia.

Mazzitelli, C., Aparicio, M. (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1) Artículo 11. <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

OCDE. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Paris. OCDE, <http://www.pisa.oecd.org/>. Traducción castellana (2006), *Evaluación de la Competencia Científica, Lectora y Matemática: Un marco teórico para PISA 2006*. Madrid: INECSE/MEC, <http://www.ince.mec.es/index.htm>.

Osborne, J., Simon, S., Colins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.

Sánchez, D., Valencia, A., Marín, J. (2009). Un asunto de actitud científica. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 3(1), 129-139. Bogotá, D.C.: Colombia.

Santandreu, N., Pandiella, S., Macías, A. (2010). Actitudes hacia las ciencias y el rendimiento académico de estudiantes de nivel secundario. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*, 2(2), 47. <http://www.exactas.unca.edu.ar/riecyt/inicio.htm>

Vázquez, A., Manassero, M. (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.

Vázquez, A., Manassero, M. (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), 33-48.

El concepto de enlace químico en los libros de texto: dificultades de aprendizaje detectadas

González-Felipe, M^a Esther; Vázquez-Moliní, Ana; Aguirre-Pérez, Constancio

University of Castilla-La Mancha

Spain

mesther2202gf@hotmail.com; ana.vazquez@uclm.es; constancio.aguirre@uclm.es

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el tratamiento dado al enlace químico en distintos libros de texto de educación secundaria española, con el fin de poner de manifiesto posibles diferencias que afecten a la comprensión del concepto. Se han analizados los libros de texto de 3º y 4º ESO y 1º y 2º de Bachillerato correspondientes a las editoriales Santillana y Oxford; y los 4º ESO, 1º y 2º de Bachillerato de la editorial edebé. Se presenta el distinto tratamiento que estas editoriales dan al concepto de enlace químico y se analiza la distinta terminología utilizada con ejemplos concretos. Los aspectos a considerar más relevantes han sido la secuenciación de los contenidos, la terminología utilizada, la clasificación de las sustancias según tipo de enlace y el estudio de las fuerzas intermoleculares. La gran disparidad de enfoques utilizada y el confusionismo terminológico encontrado puede contribuir a acrecentar las dificultades de aprendizaje del concepto de enlace químico por los alumnos, a la vez que podría fomentar el desarrollo de concepciones erróneas o alternativas que suelen persistir en etapas superiores de la educación como la Universidad. Este estudio inicial servirá de base para trabajos posteriores referente a las dificultades de aprendizaje del concepto de enlace químico inducidas, entre otras causas, por los libros de texto y a posibles propuestas didácticas para superar dichas dificultades.

Palabras clave: Libros de texto, enlace químico, terminología utilizada, clasificación de sustancias, concepciones erróneas.

INTRODUCCIÓN

El concepto de enlace químico es uno de los más estudiados en la literatura científica que se ocupa de los procesos de enseñanza/aprendizaje de la Química encuadrada, a su vez, en lo que más generalmente se denomina “*Didáctica de las Ciencias Experimentales*”. El enfoque más habitual al encarar cualquier tópico relacionado con la Enseñanza de las Ciencias consiste en tratar de averiguar las “*ideas alternativas*” “*errores conceptuales*” “*concepciones alternativas*” o “*marcos conceptuales alternativos*” que presentan los alumnos en lo referente a este concepto. Las ideas alternativas sobre el enlace químico han sido estudiadas por diversos autores en estudiantes de distintos niveles educativos (Nicoll, 2001; Taber, 1997). Este planteamiento inicial se incardina en toda investigación didáctica que se reclame dentro del paradigma constructivista de Enseñanza/Aprendizaje de las Ciencias que desde hace 25 años domina el panorama de investigación en este campo.

Principales implicaciones del concepto de enlace químico

El enlace químico es una de los conceptos más abstractos y complejos de la química (Levy et al. 2010), pero al mismo tiempo es un concepto clave en química y de los más fundamentales. Se puede afirmar que el estudio del enlace químico permite responder a diversas cuestiones como:

- La fórmula química y estequiometría determinada de cada sustancia o compuesto químico.
- La justificación de las propiedades físicas y químicas de las distintas sustancias existentes.
- La existencia o no de átomos en estado libre, de moléculas o de estructuras cristalinas.
- Las clases de uniones que se rompen y se forman entre átomos en el transcurso de las reacciones químicas

Por tanto el enlace químico podría ser considerado un “concepto estructurante” (Gagliardi y Giordan 1986), imprescindible para desarrollar con éxito otras partes de la Química o incluso de la Biología.

El concepto de enlace químico en los libros de texto

Una revisión de cómo se enfoca el problema en los libros de texto israelíes ha sido llevada a cabo por Tami Levy y colaboradores (2008), la mayoría de los cuales presentan un enfoque tradicional según el cual se clasifica la materia en cuatro categorías principales: iónica, covalente, molecular y metálica, de acuerdo con sus propiedades físicas macroscópicas, tales como los puntos de fusión y ebullición, la conductividad eléctrica o la solubilidad en agua. Los diferentes tipos de enlace se presentan como entidades conceptuales independientes que emanan de los distintos modelos explicativos de dichas propiedades. Aunque este tipo de enfoque, que responde a motivos históricos, presentan las observaciones experimentales que han conducido en cada momento a la elaboración de modelos y teorías explicativas, no es menos cierto que la coexistencia de modelos y teorías en los libros de texto que se van adicionando según los estudiantes van alcanzando niveles superiores puede originar en ellos una gran confusión, ya que diversas teorías y modelos tratan de dar una explicación en diferentes textos y etapas al mismo fenómeno especialmente cuando sucede que todas las teorías son de naturaleza heurística. Por otra parte este enfoque tradicional, tan universalmente extendido, se ha realizado al precio de establecer simplificaciones y generalizaciones que se han convertido en lo que podríamos denominar “impedimentos de aprendizaje”. Especialmente se puede afirmar que el hecho de enfatizar el aprendizaje en tan sólo 4 categorías puede llevar a errores conceptuales y a dificultar en gran medida el proceso de aprendizaje, dado que, por ejemplo, hoy sabemos que muchos materiales modernos de uso cotidiano o frecuente no se pueden encuadrar en ninguna de esas 4 rígidas categorías.

Por su parte Alvarado, C. (2005) resalta, entre otras consideraciones que es necesaria una rigurosa selección de los libros de texto para evitar la adquisición de errores conceptuales que aparecen repetidos de forma recurrente en diversos textos.

Atendiendo al último apartado de las dificultades referidas a los libros de texto, en el presente trabajo y como parte de un trabajo mucho más extenso, nosotros hemos realizado un análisis de algunos de los principales libros de texto utilizados para ESO y Bachillerato homologados por el MEC y ampliamente utilizados en España en lo que se refiere al tratamiento que dan al tema del enlace químico.

MATERIALES Y METODOS

Se han analizado los libros de texto siguientes: **Ed. Santillana**: 3º y 4º de ESO; 1º y 2º Bachillerato; **Ed. Oxford**: 3º y 4º de ESO; 1º y 2º Bachillerato; **Ed. edebé**: 4º de ESO, 1º y 2º de Bachillerato

RESULTADOS Y DISCUSION

Libros de texto analizados

Editorial Santillana

3º ESO (2010). Rosa Marín. ISBN: 978-84-294-3027-1: El enlace químico se inicia dentro del tema “**Elementos y compuestos químicos**” en el apartado “**Cómo se presentan los elementos: átomos, moléculas y cristales**”. Las moléculas las define “agrupaciones de átomos de pueden pertenecer al mismo elemento o a varios diferentes”. El término “agrupación” utilizado puede inducir en el alumno la idea de “agregado de átomos” no teniendo estar unidos químicamente. Define sustancia molecular como “conjunto de moléculas” y diferencia entre sustancia simple molecular (como el O₂) y sustancia molecular formada por átomos de elementos diferentes (como el H₂O). Se evita la introducción de los términos “elemento” y “compuesto”, complicando con ello la terminología utilizada. Presenta los cristales como un tipo diferente de sustancias, sólidas a “temperatura ambiente”, y los clasifica en iónicos, covalentes y metálicos, excluyendo así algunas sustancias moleculares, como el agua, que pueden presentarse en estado cristalino a temperatura ambiente (0 °C)

4º ESO (2008). Rosa Marín. ISBN: 978-84-294—0984-0 En 4º de la ESO el enlace químico se trata dentro del tema “*Sistema periódico y enlace*”. Se inicia su estudio en el apartado “**Tipos de enlaces entre átomos**”. Tras hacer una referencia de pasada a la estabilidad de los átomos, una sola frase “*Los átomos se enlazan para conseguir sistemas más estables*” pasa a definir el enlace: “*Se denomina enlace químico entre átomos la **unión** que mantiene **unidos** a los átomos debido a las fuerzas de atracción existentes entre ellos*”. En este curso define molécula como “*un conjunto de átomos unidos por enlace covalente*”. Al tratar el enlace iónico indica que los compuestos iónicos son sólidos cristalinos, sin aclarar nada más, hasta varios capítulos donde clasifica las sustancias como: átomos aislados, sustancias moleculares y cristales. Se observa la utilización de dos terminologías “sólidos cristalinos” y “cristales”, para designar el mismo concepto. La clasificación de los cristales es igual a la utilizada en 3º ESO.

Física y Química. 1º Bachillerato. (2008. Rosa Marín. ISBN 978-84-294-0987-1: En la definición que da de enlace “*fuerzas que mantienen unidos a los átomos, así como fuerzas que mantiene unidas a las moléculas*”, incluye tanto el enlace químico como las fuerzas intermoleculares. En el apartado “naturaleza del enlace químico” se presenta un

diagrama energético de dos átomos al aproximarse haciendo hincapié en la distancia de enlace, y no en la estabilidad y mínima energía del sistema, y explica la formación del enlace la tendencia de los átomos a alcanzar la configuración de gas noble. Introduce el término de “redes cristalinas” (llamados sólidos cristalinos y cristales iónicos en cursos anteriores) para referirse a los compuestos iónicos. Las sustancias covalentes las clasifica en: sustancias formadas por moléculas como el H₂O o el N₂ y sustancias formadas por átomos como el diamante, el gráfita y la sílice, (cristales atómicos covalentes); y al tratar las propiedades los clasifica en cristales atómicos covalentes y sustancias moleculares. Al tratar el enlace metálico, habla de sustancias con estructura interna cristalina pero no les llama cristales metálicos (terminología utilizada en cursos anteriores). A los enlaces en los que participan moléculas las nombra fuerzas intermoleculares o fuerzas de Van der Waals, pero al explicar los distintos tipos vuelve a utilizar el término enlace, llamándoles enlace dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno.

Química 2º Bachillerato. (2009). *Rosa Marín*. ISBN: 978-84-294-0993-2: Al igual que en el curso anterior justifica la formación del enlace por la tendencia de los átomos a alcanzar la configuración de gas noble. Introduce un nuevo término para los compuestos iónicos: redes cristalinas iónicas. Al hablar de **moléculas covalentes y redes covalentes**, cambia la terminología utilizada en cursos anteriores para las sustancias covalentes, utilizando una nueva clasificación al tratar las propiedades de las sustancias en donde las clasifica en sustancias atómicas y sustancias moleculares. Las uniones entre moléculas, le llama enlaces o fuerzas intermoleculares, y las clasifica, fuerzas de Van de Waals (en las que incluye los puentes de hidrógeno) y fuerzas de London, dependiendo de la naturaleza polar o apolar de las moléculas que se unen. Sin embargo, cuando las explica denomina enlace intermolecular dipolo-dipolo a las fuerzas de Van der Waals, y enlace intermolecular dipolo instantáneo-dipolo inducido a las fuerzas de London.

Editorial Oxford

3º ESO. (2010). *Isabel Piñar*. ISBN :978-84-673-5334-0: Inicia el estudio del enlace en el apartado “**Agrupación de átomos en la materia**” dentro del tema “**Elementos y compuestos**”. Presenta la diversidad de la materia como diferentes formas de “combinación de átomos”, pero al definir el término “molécula” habla de “agregados de átomos” y aunque explica los distintos tipos de enlaces no nombra nunca el término “enlace”. Clasifica los distintos tipos de sustancias en: elementos formados por átomos aislados (gases nobles); elementos moleculares; cristales de elementos no metálicos (C_{diamante}), cristales metálicos, compuestos moleculares; cristales no metálicos (como el SiO₂) y cristales iónicos, y justifica las propiedades macroscópicas que presentan cada tipo de sustancia en función de la agrupación de átomos y forma de unirse los átomos. Utiliza indistintamente los términos cristales y sólidos cristalinos.

4º ESO. (2008). *Isabel Piñar*. ISBN 978-84-673-3859-1: Es el único texto de 4º ESO que dedica un tema completo al estudio del enlace. Define el enlace como “*las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en las distintas agrupaciones atómicas*”, excluyendo así a las unión entre moléculas. Justifica la formación del enlace por “tendencia de los átomos de adquirir configuraciones electrónicas estables”, y habla a continuación de disminución de energía que se produce cuando se forma un enlace. El enlace covalente es el primer enlace que estudia y clasifica las sustancias que presentan

este tipo de enlace en: sustancias simples covalentes, cristales atómicos covalente, cristales moleculares covalentes, compuestos covalente moleculares y compuestos covalentes reticulares. La clasificación y terminología que usa es bastante confusa y no clarifica el hecho de que sitúa todos los apartados al mismo nivel, y no introduce distintos subapartados. Para el caso del enlace iónico, se refiere a los compuestos que se forman como red cristalina iónica y en el caso del metálico, se habla de cristal metálico.

Física y Química 1º Bachillerato. (2008). Mario Ballesteros y Jorge Barrio. ISBN 978-84-673-3881-2: Se estudia el enlace en un capítulo titulado **“El enlace químico”**. Define el enlace químico como *“la unión entre dos átomos”* e indica que *“los átomos se enlazan formando compuestos con el fin de adquirir configuración electrónica formando compuestos”*, afirmación que puede llevar a pensar que los enlaces químicos sólo se presentan en los compuestos. Clasifica los enlaces en: iónico, covalente y metálico, y llama uniones intermoleculares a uniones entre moléculas, pero que posteriormente llama fuerzas intermoleculares y/o enlaces de hidrógeno. Introduce por primera vez el término *“redes cristalinas geométricas”* para referirse los compuestos iónicos, a los que posteriormente designa como sólidos cristalinos. En el estudio del enlace covalente introduce el concepto de polaridad de enlace y establece que el enlace iónico puro como caso límite de la polaridad y los enlaces covalentes polares como enlaces covalentes con cierto carácter de enlace iónico. En el estudio de las propiedades de los compuestos covalentes los clasifica en: compuestos covalentes moleculares y sólidos covalentes cristalinos. Las fuerzas intermoleculares, no incluidas dentro de los enlaces, las define como *débiles uniones* y las clasifica en fuerzas de Van der Waals y enlaces de hidrógeno.

Química 2º Bachillerato. (2009). Jaime Peña y M^a Carmen Vidal. ISBN 978-84-673-5098-2: Dedicar un capítulo al estudio del **enlace químico**, estudiando de manera comparada enlaces interatómicos y enlaces intermoleculares, de acuerdo con la definición que da de enlace *“fuerzas que mantienen unidos los átomos en las moléculas o cristales, así como las fuerzas que mantienen unidas las moléculas”*, sin embargo cuando al final del capítulo estudia la unión entre moléculas las designa como *“fuerzas intermoleculares”*, llamándolas de nuevo *“enlace entre moléculas”* en el *“cuadro sinóptico del enlace químico”* del final del capítulo. Introduce el concepto de energía de enlace y presenta un diagrama energético detallado de la formación del enlace. Clasifica los distintos tipos de enlaces atendiendo a la electronegatividad de los átomos que se unen, pero no incluye en esta clasificación a las uniones entre moléculas. Al estudiar el enlace covalente clasifica a las sustancias covalentes en: sustancias covalentes moleculares y sólidos covalentes. La clasificación que hace de las fuerzas intermoleculares es compleja.

Editorial edebé

4º ESO. (2008). Antonio Garrido. ISBN 978-84-236-8753-4: El estudio del enlace químico lo aborda como un capítulo del tema **Elementos y compuestos**. Define el enlace químico como *“distintas clases de fuerzas que mantienen unidos los átomos en las sustancias”* pero incluye en su clasificación a las fuerzas intermoleculares. En la definición habla de *“distintas clases de fuerzas”* pero no especifica de que naturaleza son estas *“clases de fuerzas”*. El enlace iónico lo define como *“el que se produce cuando se combinan elementos metálicos y no metálicos”*, Introduce el término de *“red*

crystalina” pero no lo define ni explica, pero si explica en base a ella las propiedades de los compuestos iónicos.

Física y Química 1º Bachillerato. (2008). Antonio Garrido. ISBN 978-84-236-8590-5:

La definición de enlace engloba las fuerzas intermoleculares. Justifica la formación del enlace por la tendencia del sistema a adquirir el estado de mínima energía. Clasifica los enlaces en tres tipos, atendiendo a que las partículas que se unen sean átomos (covalente o metálico); iónico (ionico) o moléculas (fuerzas intermoleculares). Introduce la definición de cristales, al tratar la estructura de los compuestos iónicos, como “*estructuras sólidas formadas por cationes y aniones*”, lo que puede crear dificultades cuando se traten otros tipos de cristales, que en el estudio del enlace metálico designa como “*red cristalina*”. Aparece el término “*celda unidad*”, pero no lo define. Los enlaces entre moléculas (fuerzas intermoleculares) los clasifica en: fuerzas de dispersión, atracción dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno. Clasifica las sustancias, atendiendo al tipo de enlace que presentan, en: compuestos iónicos, sustancias covalentes moleculares; sustancias covalentes atómicas y metales.

Química 2º Bachillerato: (2009). Antonio Garrido. ISBN 978-84-236-9282-8: Al igual que en 1º de Bahillerato incluye las fuerzas intermoleculares como un tipo de enlace químico, pero la clasificación que hace de los tipos de enlace atendiendo a la clase de partículas que se unen, difiere de la presentada en el curso anterior. En este caso, cuando las partículas que se unen son iones presenta dos posibles enlaces: el metálico y el iónico, pero posteriormente presenta el enlace metálico como “*un enlace covalente deslocalizado*”. Utiliza indistintamente los términos “*sólidos cristalinos*”, “*red cristalina*” y “*sólidos reticulares*”. Incluye un cuarto tipo de enlaces intermoleculares respecto a las tratadas en el curso anterior: las fuerzas dipolo-dipolo inducido.

Estudio comparativo de las editoriales

Los aspectos a considerar más relevantes han sido la secuenciación de los contenidos, la terminología utilizada, la clasificación de las sustancias según tipo de enlace y el estudio de las fuerzas intermoleculares.

Secuenciación de los contenidos:

Ninguna de las editoriales dedica un tema al estudio del enlace químico en 3º ESO, tratándolo como un apartado dentro de otro tema, y solamente la editorial Oxford le dedica un tema en 4º ESO. En 1º y 2º de Bahillerato todas las editoriales dedican un tema al estudio del enlace químico. No se presentan las causas de la formación de enlaces, y solamente en los cursos más superiores se habla de “*minimización de la energía*”. De acuerdo con Levy et al. (2010) el interrogante principal es ¿Qué es lo que causa que los átomos interaccionen y formen un enlace?, o no se presentar o se comenta totalmente de pasada los alumnos (ejemplo: 4º ESO, Ed. Santillana), lo que lleva a los alumnos a pensar que la formación del enlace es algo totalmente “*misterioso*” e “*inexplicable*”, cuando no hay nada de misterioso en la formación del enlace químico cuando se introduce en primer lugar el concepto de estabilidad que corresponde al estado de mínima energía. Algunas editoriales tras explicar cada tipo de enlace, estudian las propiedades macroscópicas de las sustancias que presentan dicho tipo de enlace, mientras que en otros casos, se estudian todos los tipos de enlace para a continuación explicar las propiedades de los distintos tipos de sustancias.

Terminología utilizada

Se observa un gran confusionismo en la terminología utilizada. La misma editorial utiliza diferentes definiciones para un mismo concepto en cursos diferentes, por ejemplo “molécula” es definido de distinta forma en los libros de 3^o y 4^o de ESO de la editorial Santillana. También se observa como la misma editorial utiliza distinta terminología para referirse a un mismo concepto (ej. “sólidos cristalinos” “redes cristalinas”, “cristales iónicos” para compuestos iónicos), lo que crea confusión en los alumnos.

Se introducen términos que no se definen y que se dejan sin aclarar hasta muy posteriormente. Se utiliza terminología confusa y que puede inducir a errores conceptuales por alumnos, por ejemplo al llamar “sustancias formadas por átomos” a los cristales atómicos covalentes, frente a las “sustancias formadas por moléculas”, da a entender que estas últimas no están formadas, en último término, también por átomos.

Se observa distinta terminología para designar el mismo concepto según las editoriales, así por ejemplo la editorial Santillana utiliza el término “sustancias simples” para designar a las sustancias formadas por moléculas de elementos como el O₂, N₂, etc, y la editorial Oxford el término “elementos moleculares”. Las uniones entre moléculas se designan como fuerzas intermoleculares, uniones intermoleculares o enlaces intermoleculares dependiendo de la editorial e incluso por la misma editorial. En numerosas ocasiones se utiliza una terminología complicada, como por ejemplo “compuestos covalentes reticulares” o “cristales moleculares covalentes” empleados por la editorial Oxford en 4^o ESO, en lugar de intentar simplificar al máximo los términos utilizados, esto puede crear confusión en los alumnos sobre todo si se utiliza en los niveles de educación más inferiores. Complica más la situación el hecho de que frecuentemente se utilizan distintas terminología en casos en los que podría utilizarse una misma terminología, por ejemplo, en el caso de un cristal iónico se habla de red cristalina iónica y para el metálico de cristal metálico. Los cristales atómicos covalentes como por ejemplo el C_{diamante}, se nombra como “sólidos covalentes cristalinos”; “cristales atómicos covalentes” o incluso “estructuras reticulares”. La unificación de la terminología utilizada puede ayudar a evitar confusiones en los alumnos.

Clasificación de las sustancias según tipo de enlace

Una misma editorial utiliza distintas definiciones y criterios de clasificación de los enlaces, dependiendo del curso en el que trate el tema. Los distintos criterios de clasificación utilizados, según los cursos y editoriales, dan lugar a clasificaciones muy diferentes y dispares: desde la situación más simple: elementos y compuestos hasta la más compleja que incluye siete tipos de sustancias: moléculas en las sustancias simples, cristales atómicos covalentes, cristales covalentes moleculares, compuestos covalentes moleculares, compuestos covalentes reticulares, compuestos iónicos y metales. Esta gran disparidad de criterios puede ser causa de una gran confusión en los alumnos, pues pueden entender que lo estudiado en los cursos anteriores ya no es válido al pasar a un curso superior.

Estudio de las fuerzas intermoleculares

La primera disparidad que encontramos entre unas editoriales, mientras que en algunas ocasiones se definen como “enlaces en los que participan las moléculas” en otros casos

no se consideran enlaces químicos y se estudian totalmente independiente de los enlaces. Por este mismo motivo la terminología utilizada para designarlas es muy dispar, desde el termino más tradicional de “fuerzas intermoleculares” pasando por “fuerzas de Van de Waals” hasta “enlaces intermoleculares”. Las clasificaciones que se hacen de los distintos tipos de fuerzas intermoleculares son muy diferentes, y difieren incluso dentro de una misma editorial en los diferentes cursos, clasificación que lógicamente se complica en el último curso de bachillerato en el que se estudian en mayor profundidad este tipo de uniones.

CONCLUSIONES

Del análisis de algunos de los principales libros de texto utilizados en España, en la enseñanza del concepto de enlace químico, en el segundo ciclo de la ESO y Bachillerato, podemos sacar las siguientes conclusiones:

No existe una gran diferencia en la secuenciación de los contenidos presentada por las distintas editoriales.

Se observa un gran confusionismo en la terminología utilizada, no solo de unas editoriales a otras sino incluso dentro de la misma editorial. Frecuentemente se presentan términos que no han sido definidos o explicados, y se usan indistintamente diferentes terminologías para referirse al mismo concepto, lo que puede crear una gran confusión en los estudiantes.

Las mayores diferencias se observan en la clasificación de las sustancias según el tipo de enlace y en el estudio de los distintos tipos de fuerzas intermoleculares.

De los que concluimos la gran importancia de que los profesores realicen una selección minuciosa y cuidadosa de los libros de texto a utilizar.

REFERENCIAS

Alvarado, C. (2005) La estructura atómica y el enlace químico desde un punto de vista interdisciplinario. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII Congreso. En http://www.blues.es/sice23/congres2005/material/comuni_orales/2_3/alvarado_819.pdf

Gagliardi, I. R. y Giordan, A. “La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza” *Enseñanza de las Ciencias* 4 (3), pp. 253-258.

Levy Nahum, T.; Mamlok-Noaman, R.; Hofstein, A. y Kronik, L. (2008) “A New “Bottom-Up” Framework for Teaching Chemical Bonding” *Journal of Chemical Education*. 85, N° 12. p. 1680

Levy Nahum, T. Mamlok-Noaman, R.; Hofstein, A. y Kronik, L (2010) “Teaching and learning the concept of chemical bonding” *Studies in Science Education*, 46(2), 179-207.

Nicoll, G. (2001) “A report of undergraduates’ bonding misconceptions” *International Journal of Science Educations*, 23, 707-730.

Martín del Pozo, R. (2001). Prospective teachers' ideas about the relationship between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4). Pp. 353-271.

Taber, K.S. (1997) *Student understanding of ionic bonding: Molecular versus electrostatic thinking?* *School Science Review* 78(285), 85-89.

LA ASTRONOMÍA EN PRIMARIA. QUÉ CONTENIDOS Y QUÉ HABILIDADES COGNITIVO-LINGÜÍSTICAS SE ESTAN ENSEÑANDO

Concepción González Rodríguez, Susana García Barros y Cristina Martínez Losada

Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. Campus Elviña s/n. 15071. A Coruña. cgonzalezr@udc.es, susg@udc.es y cmarcl@udc.es

RESUMÉN

En este trabajo se pretende averiguar las habilidades cognitivo-lingüísticas que los profesores de primaria están exigiendo y/o enseñando en las actividades de enseñanza en el tema de Astronomía. Concretamente se han analizado un total de 122 actividades aportadas por 7 profesores. El análisis se centró en el tópico astronómico que abordan (aspectos relativos a los cambios diarios, lunares y anuales y al estudio de la Tierra en el universo) y en la habilidad (descripción, definición, justificación) que exigen. Los resultados obtenidos indican que las actividades insisten en mayor medida en los aspectos relativos al estudio de la Tierra en el universo. Con relación a las habilidades, las actividades exigen sobre todo la descripción directa/indirecta de los modelos teóricos, siendo la descripción de fenómenos, la justificación y la definición menos demandadas. También se detectan determinadas relaciones entre el tópico específico y la demanda de determinadas habilidades.

Palabras clave: Astronomía, Habilidades cognitivo- lingüísticas, Formación docente. Educación primaria

INTRODUCCIÓN

La última Ley Educativa española (LOE, 6 de mayo de 2006) (B.O.E., 4 de mayo de 2006), ha introducido las competencias como los entes organizadores del currículum en la educación obligatoria. Entre ellas figura la competencia científica bajo la denominación de “Competencia en el conocimiento y en la interacción con el mundo físico”. Conviene señalar que las competencias no se alcanzan de manera aislada, sino que se potencian mutuamente. En este sentido, la interrelación entre la competencia científica y lingüística ha sido ampliamente defendida desde ambos campos del conocimiento. Así, desde la reflexión sobre el desarrollo de la competencia lingüística se defiende la oportunidad que brindan otras áreas distintas a las lenguas, y específicamente la enseñanza de las ciencias, en dicho desarrollo (Pérez Esteve, 2007). En el mismo sentido, desde la enseñanza de las ciencias se viene defendiendo la necesidad de potenciar el lenguaje, oral y escrito, pues favorece el aprendizaje, en la medida que permite expresar y organizar ideas haciendo, al mismo tiempo, que el lenguaje cotidiano evolucione hacia aquel que demanda la ciencia escolar. Desde esta perspectiva es muy significativa la asociación que realiza Jorba (2000) entre la comunicación producida mediante diferentes tipologías textuales y las principales habilidades cognitivas que se activan. Este tipo de habilidades se denominan cognitivo-lingüísticas y dentro de ellas se incluyen entre otras: describir, definir, justificar y

argumentar. Todas ellas son ampliamente valoradas por el profesorado de educación obligatoria de ciencias (García Barros & Martínez Losada, 2011).

De hecho el profesorado, al proponer actividades de temas concretos, aplica el lenguaje y pone en juego las distintas tipologías textuales, consciente o inconscientemente, siendo necesario que exista un equilibrio entre ellas, pues todas son necesarias para favorecer un aprendizaje científico equilibrado. Por ello, el desarrollo de la competencia científica y lingüística depende, en gran medida, de lo que estamos enseñando en las clases de ciencias, siendo las actividades de enseñanza seleccionadas por el profesor un instrumento importante en este sentido.

Lo anteriormente indicado nos han impulsado a tratar de conocer qué habilidades cognitivo-lingüísticas se están exigiendo y por extensión enseñando, concretamente en Educación Primaria. Dado que dichas habilidades como ocurre con cualquier otra habilidad, no se pueden plantear en el vacío, sino que se realizan en el marco de unos contenidos concretos, hemos considerado oportuno centrar el presente estudio en el tema de astronomía.

Se ha elegido este núcleo temático, por su interés educativo y por su capacidad para despertar interés entre el alumnado de estas edades. Además, brinda la oportunidad de relacionar una serie de fenómenos regulares y cotidianos (cambios diarios, lunares, anuales) y otros más esporádicos como los eclipses, con un modelo teórico explicativo. Todo ello introduce al alumnado en la observación, planteamiento de preguntas, búsqueda de respuestas empleando un modelo teórico y paralelamente en el uso y desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas (descripción, definición y justificación).

Otra razón que nos ha llevado a seleccionar este tema ha sido su presencia en el currículum oficial de la educación obligatoria tanto en la Educación Primaria como en la Enseñanza Secundaria. En concreto, en Educación Primaria en Galicia se incluye en el currículum de los tres ciclos dentro de la materia Conocimiento del Medio (D.O.G, 9 de julio de 2007). Además, desde la investigación en la enseñanza de las ciencias, diferentes estudios han puesto de manifiesto las dificultades de aprendizaje del mismo, en los niños y adolescentes (Cardenete García, 2011; De Manuel & Graus, 1996; Nussbaum, 1979) y también en profesores en ejercicio y/o en formación (Bell, 2008; Gangui, 2010; García Barros, Mondelo, & Martínez Losada, 1996).

En concreto, el objetivo de este trabajo es tratar de conocer qué habilidades cognitivo-lingüísticas se están exigiendo y/o enseñando en las actividades de enseñanza que seleccionan los profesores de primaria en el tema de Astronomía, y qué contenidos concretos de este tema se abordan en las mismas.

METODOLOGÍA

En este estudio han participado 7 profesores de primaria que imparten docencia en segundo o tercer ciclo. Los profesores colaboraron de forma voluntaria en el trabajo, y los identificaremos como, P1, P2...P7. Todos ellos utilizan un texto escolar del que seleccionan sus actividades, que se corresponde con las siguientes editoriales: Anaya (P1, P5), Edebe (P4 y P6), Vicens Vives (P3), SM (P2) y Santillana (P7). Cada profesor aportó entre 5 y 24 actividades procedentes del libro de texto habitual y algunas de elaboración propia. Se analizaron y clasificaron un total de 122 actividades.

El primer análisis se centró en el aspecto teórico que se trata en las mismas. Se establecieron 4 categorías referidas: a) al estudio de fenómenos/hechos relativos a los cambios diarios y su explicación; b) a los fenómenos asociados a la luna y su

explicación; c) a los cambios anuales y su explicación y d) al tratamiento del espacio en un sentido más amplio, incluyendo la posición de la Tierra en el mismo (ver categorías en la tabla 1).

El segundo nivel de análisis consistió en determinar que habilidad cognitivo-lingüística demandan las actividades. Se consideraron cuatro habilidades: a) descripción de un fenómeno observable; b) descripción de un modelo teórico o un fenómeno abstracto no observable; c) definición y d) justificación. En cada una de ellas, se contemplaron dos posibilidades: a) que la exigencia comunicativa sea directa, es decir, que se solicite al alumno/a una definición, una descripción, etc. y b) que la exigencia comunicativa sea indirecta, es decir el alumno deba disponer del conocimiento (concepto, descripción del fenómeno,...) para responder, pero que la respuesta no demande específicamente la elaboración de un texto más o menos amplio. En la tabla 1 se recogen ejemplos ilustrativos de cuestiones incluidas en las actividades correspondientes a cada una de las categorías empleadas. En la categoría –otras- se incluyeron aquellas no clasificables en las categorías anteriores.

Cada actividad fue analizada independientemente por dos autoras discutiendo las posibles discrepancias.

CATEGORÍAS		EJEMPLOS
Descripción de un hecho o fenómeno observable	Directa	➤ <i>Describe un eclipse (P1)</i>
	Indirecta	➤ Se presentan dibujos de la Luna en distintas fases... Se pide: <i>“nombrar la fase que corresponde y la secuencia de acuerdo con la secuencia natural” (P2)</i>
Descripción de modelo/hecho no observable	Directa	➤ Se propone una dramatización en la que cada niño/a va a desempeñar un papel (Sol, Tierra..) y deberá realizar el mov. correcto según lo que se le pida en cada momento (P7)
	Indirecta	➤ Se presentan una serie de dibujos de la Tierra: <i>¿Qué movimiento se representan en cada dibujo? (P2)</i>
Definición	Directa	➤ <i>¿Define: movimiento de rotación de la Tierra (P1)</i>
	Indirecta	➤ <i>¿Qué planeta aparece dibujado? ¿cómo se llaman los otros dos astros que se dibujan? (P1)</i>
Justificación*	Directa	➤ <i>¿Por qué se suceden el día y la noche? ¿Y las estaciones del año? (P4)</i>
Otras		➤ Realización de un juego donde se resumen aquellas preguntas clave del tema (P3)

(*) La justificación indirecta no ha sido identificada en ninguna actividad..

Tabla 1.- Categorías establecidas en función de las habilidades cognitivo-lingüísticas que demandan las actividades. Ejemplos de cada una de ellas

RESULTADOS

Todo el profesorado aporta actividades relativas a alguno de los tópicos astronómicos considerados (Tabla 2) y dirigen mayoritariamente sus actividades al estudio de la Tierra en el universo, incluso cinco de ellos (P2, P3, P4, P6 y P7), en más del 50% de las actividades. Solamente dos profesores dedican más actividades a otros contenidos. En concreto, el profesor P1 dirige sus actividades sobre todo al estudio de los cambios diarios y el P5 a los distintos aspectos de forma equilibrada. Sin embargo P3 orienta sus

actividades únicamente a dos aspectos (los cambios diarios y el estudio de la Tierra en el universo).

Características		Profesores (N= número de actividades)							Total N=122
		P1 N=21	P2 N=14	P3 N=5	P4 N=20	P5 N=18	P6 N=24	P7 N=20	
Origen	Libro	14 66,7%	13 92,8%	5 100%	18 90,0%	4 22,2%	24 100%	15 75%	93 72,2%
	Otros	7 33,3%	1 7,1%	-	2 10,0%	14 77,8%	-	5 25%	29 23,8%
Tópico que tratan	Cambios diarios	10 47,6%	2 14,3%	3 60%	1 5,0%	5 27,8%	1 4,2%	6 33,3%	28 23%
	Cambios lunares	7 33,3%	2 14,5%	-	8 40,0%	6 33,3%	8 33,3%	7 35%	38 31,1%
	Cambios anuales	3 14,3%	3 21,4%	-	4 20,0%	4 22,2%	3 12,5%	3 15%	20 16,4%
	La Tierra en el universo	1 4,7%	11 78,6%	5 100%	10 50,0%	5 27,8%	15 62,5%	11 55%	58 47,5%

Tabla 2. Características de las actividades aportadas por el profesorado de primaria

El análisis del conjunto de las actividades aportadas por cada profesor (Tabla 3), muestra que excepto P1, todos los docentes hacen énfasis en la descripción de modelos teóricos, mientras que la descripción de fenómenos observables tiene una presencia muy baja (excepto P5 y P7), al igual que la definición (excepto P3) y la justificación (excepto P7). Se observa que tres de los profesores no demandan alguna de las habilidades. En concreto, P2 y P3, no solicitan la justificación y P7 la definición.

Habilidades cognitivo-lingüísticas	Profesores (N= n° de actividades de cada profesor)							Total N= 122
	P1 N=21	P2 N=14	P3 N=5	P4 N=20	P5 N=18	P6 N=24	P7 N= 20	
Descripción de fenómeno observable	3 14,3%	1 7,1%	0 0%	3 15%	9 50,0%	3 12,5%	8 40,0%	27 22,1%
Descrip. de un modelo o hecho no observable	3 14,3%	9 64,3%	5 100%	13 65%	9 50,0%	16 66,7%	14 70,0%	69 56,5%
Definición	3 14,3%	5 35,7%	4 80%	3 15%	1 5,6%	5 20,8%	0 0%	21 17,2%
Justificación	6 28,6%	0 0%	0 0%	5 25%	2 11,1%	6 25%	8 40%	27 22,1%
Otras	6 28,6%	3 21,4%	0 0%	1 0%	0 0%	0 0%	4 20%	14 11,5%

Nota. Una misma actividad puede exigir más de una de las habilidad cognitivo-lingüística analizadas

Tabla 3. Habilidades cognitivo-lingüísticas exigidas por las actividades aportadas por el profesorado de primaria

A continuación profundizamos en las habilidades cognitivo-lingüísticas que demandan las actividades dirigidas a cada tópico. Las habilidades exigidas en las actividades que estudian los cambios diarios se recogen en la Tabla 4. La descripción indirecta de fenómenos observables y de modelos son las habilidades más frecuentes junto con la justificación. Cabe destacar que ningún profesor demanda en sus actividades la descripción directa de fenómenos observables y sólo dos (P1 y P3) la definición. Únicamente, un profesor (P1) propone actividades que solicitan todas las habilidades y sólo tres (P1, P5 y P7) proponen actividades dirigidas a la descripción de fenómenos y modelos y a su justificación.

Habilidades cognitivo-lingüísticas		Profesores (N= n° de actividades de cada profesor)							Total N=28
		P1 N=10	P2 N= 2	P3 N= 3	P4 N=1	P5 N=5	P6 N=1	P7 N=6	
Descripción de fenómeno observable	Directa								0
	Indirecta	1				3		2	6 (21,4%)
Descripción de un modelo o hecho no observable	Directa	1	1					1	3 (10,7%)
	Indirecta	1		2		1		1	5 (17,9%)
Definición	Directa	1		1					2 (7,1%)
	Indirecta	1							1 (3,6%)
Justificación	Directa	3			1	2	1	1	8 (28,6%)
Otras		2	1					1	4 (14,3%)

Nota. Una misma actividad puede exigir más de una de las habilidad cognitivo-lingüística analizadas

Tabla 4. Habilidades cognitivo-lingüísticas demandadas en las actividades que aporta cada profesor de primaria: Estudio de los cambios diarios

En la Tabla 5 se presentan las habilidades cognitivo-lingüísticas, exigidas en las actividades dirigidas al estudio de los fenómenos lunares. La descripción directa o indirecta del fenómeno observable (fases de la Luna) y la descripción del modelo (sistema Sol/Tierra/Luna) son las habilidades más demandadas, mientras que la definición y la justificación son habilidades únicamente exigidas, por el profesor P2 y por los profesores P1 y P7 respectivamente. También hay que destacar que ningún profesor demanda en sus actividades todas las habilidades estudiadas. De hecho, solo el profesor P7, solicita más de dos habilidades y únicamente éste y P1 solicitan la descripción de fenómenos y modelos y su justificación.

Habilidades cognitivo-lingüísticas		Profesores (N= n° de actividades de cada profesor)							Total N= 38
		P1 N=7	P2 N= 2	P3 N= 0	P4 N=8	P5 N=6	P6 N=8	P7 N=7	
Descripción de fenómeno observable	Directa	1			2	2	2	1	8 (21,1%)
	Indirecta				1	1	1	3	6 (15,8%)
Descripción de un modelo o hecho no observable	Directa	1			2		2		5 (13,2%)
	Indirecta				3	3	3	1	10 (26,3%)
Definición	Directa								0
	Indirecta		1						1 (2,6%)
Justificación	Directa	1						2	3 (7,9%)
Otras		4	1					1	6 (15,8%)

Nota. Una misma actividad puede exigir más de una de las habilidad cognitivo-lingüística analizadas

Tabla 5. Habilidades cognitivo-lingüísticas demandadas en las actividades que aporta cada profesor de primaria: Estudio de los cambios lunares

En cuanto a las actividades dirigidas al estudio de los cambios anuales (Tabla 6) las habilidades que se solicitan en mayor medida son la descripción y justificación directa de modelos. Sólo un profesor (P5), propone alguna actividad que demanda la descripción directa o indirecta de hechos y dos (P1 y P2) que incluyan la definición. Ningún profesor propone en sus actividades más de dos habilidades y ninguno de ellos solicita la descripción de fenómenos y modelos y su justificación.

Habilidades cognitivo-lingüísticas		Profesores (N= n° de actividades de cada profesor)							Total N=24
		P1 N=3	P2 N= 3	P3 N= 0	P4 N=6	P5 N=4	P6 N=5	P7 N=3	
Descripción de fenómeno observable	Directa					2			2 (8,3%)
	Indirecta					1			1 (4,2%)
Descripción de un modelo o hecho no observable	Directa		2		2	1	2	1	8 (33,3%)
	Indirecta				1			1	2 (8,3%)
Definición	Directa	2							2 (8,3%)
	Indirecta		1						1 (4,2%)
Justificación	Directa	1			3		3		7 (29,2%)
Otras								1	1 (4,2%)

Nota. Una misma actividad puede exigir más de una de las habilidad cognitivo-lingüística analizadas

Tabla 6. Habilidades cognitivo-lingüísticas demandadas en las actividades que aporta cada profesor de primaria: Estudio de los cambios anuales

En las actividades dirigidas al estudio de la tierra en el universo (Tabla 7), el profesorado demanda en mayor medida la descripción directa/indirecta del modelo (sistema solar, planetas; galaxias...), seguida de la definición y de la justificación.

Habilidades cognitivo-lingüísticas		Profesores (N= n° de actividades de cada profesor)							Total N=58
		Pp1 N=1	Pp2 N= 11	Pp3 N=5	Pp4 N=10	Pp.5 N=5	Pp6 N=15	Pp7 N=11	
Descripción de fenómeno observable	Directa							1	1 (1,7%)
	Indirecta		1					1	2 (3,4%)
Descripción de un modelo o hecho no observable	Directa		3	1		4	3	4	15 (25,9%)
	Indirecta		3	2	5		6	5	21 (36,2%)
Definición	Directa			2	1		3		6 (10,3%)
	Indirecta		3	1	2	1	2		9 (15,5%)
Justificación	Directa	1			1		2	4	8 (13,7%)
Otras			1		1			1	3 (5,2%)

Nota. Una misma actividad puede exigir más de una de las habilidad cognitivo-lingüística analizadas

Tabla 7. Habilidades cognitivo-lingüísticas demandadas en las actividades que aporta cada profesor de primaria: Estudio de la Tierra en el Universo

La descripción de fenómenos observables es muy reducida, solo P2 y P7 proponen alguna actividad que la incluya. Aunque ningún profesor plantea actividades sobre todas las habilidades consideradas, la mayoría de ellos demandan tres de ellas (P2, P4, P6 y P7). Únicamente el profesor P7 solicita en sus actividades la descripción de fenómenos y modelos y su justificación.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

Las actividades dirigidas al estudio de la Astronomía que selecciona el profesorado de Primaria insisten en mayor medida en el estudio de la Tierra en el universo (sistema solar) que en otros aspectos. En cuanto a las habilidades cognitivo-lingüísticas, las actividades demandan sobre todo la descripción directa/indirecta de los modelos teóricos, teniendo las otras habilidades una menor presencia. La descripción de modelos teóricos es la habilidad más solicitada en todos los tópicos, teniendo la justificación una presencia similar en las actividades dirigidas a los cambios diarios y anuales.

Estos resultados ponen de manifiesto que el profesorado de primaria enfatiza los contenidos astronómicos más complejos y lejanos (la Tierra en el universo y el sistema solar), esta tendencia coincide con los resultados hallados con profesores de secundaria (García Barros & González Rodríguez, 2011). Sin embargo, otros aspectos más próximos para los niños/as (cambios astronómicos diarios, mensuales...), y por lo tanto educativamente más importantes para este nivel educativo, son menos considerados.

Por otra parte, también se enfatizan las habilidades cognitivo-lingüísticas más abstractas (descripción de modelos e incluso la justificación), frente a la más concreta, descripción de fenómenos observables, que permite acceder al conocimiento de regularidades astronómicas más perceptibles. **Por ello**, sería conveniente que las actividades propuestas por los docentes de Primaria insistieran en mayor medida en esta última, pues constituye un punto de partida imprescindible para plantearse preguntas, justificando así, la necesidad de introducir la descripción del modelo explicativo/interpretativo, y la necesidad de acercar al alumnado a la habilidad cognitivo-lingüística más compleja y difícil que es la justificación.

Finalmente cabe destacar que son pocos los profesores que en las actividades dirigidas a un aspecto astronómico concreto trabajan los distintos tipos de habilidades, siendo incluso frecuente que incluyan solo las más complejas, lo que nos plantea algunas cuestiones sobre el profesorado: ¿Para qué solicitan la descripción del modelo? ¿Qué pretenden que se justifique en realidad? ¿Creerán que los niños conocen lo que pasa en el cielo y que no es necesario describirlo? Será necesario seguir profundizando sobre ello, pues este trabajo constituye un primer acercamiento al pensamiento docente, a través de las actividades de enseñanza que tan amable y desinteresadamente han seleccionado **los profesores** para este estudio.

Este trabajo forma parte del proyecto INCITE08XIB106098PR, financiado por la Xunta de Galicia

BIBLIOGRAFÍA

B.O.E. (4 de mayo de 2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de Educación (LOE).

Bell, R. L.; Trundle, K. C. (2008). The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. *Journal Research in Science Teaching*, 45(3), 346-372.

Cardenete García, Sebastián (2011). Sol, Tierra y Luna. Movimientos relativos y sus consecuencias *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8 (Extra), 512-518.

D.O.G. (9 de julio de 2007). Decreto 130/2007, del 28 de junio, por el que se establece el DCB de primaria.

De Manuel, J., & Graus, R. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique*, 7, 53-63.

Gangui, A., Iglesias M. C.; Quinteros Cynthia P. (2010). Indagación llevada a cabo con docentes de primaria en formación sobre temas básicos de astronomía. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 467-486.

García Barros, C., & González Rodríguez, C. (2011). *A astronomía na ESO. Que habilidades de comunicación estamos promovendo?*. Comunicación presentada en el XXIV Congreso de ENCIGA (19-21 de Noviembre), Fonsagrada (Lugo).

García Barros, S., Martínez Losada, C. (2011). *How do in-service teachers evaluated the cognitive-linguistic skills associated with learning astronomy?* . Comunicación presentada en el Congreso de ESERA (5-9 de septiembre), Lyon.

García Barros, S., Mondelo, M., & Martínez Losada, C. (1996). La Astronomía en la formación de profesores. *Alambique*, 10, 121-127.

Jorba, J. (2000). La comunicación y las habilidades cognitivo-lingüísticas. In J. Jorba, I. Gómez & A. Prats (Eds.), *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp.29-49). Barcelona: ICE Universitat Autònoma de Barcelona. Síntesis.

Nussbaum, J. (1979). Children's conception of the Earth as a cosmic body: a cross-age study. *Science Education*, 63(1), 83-93.

Pérez Esteve, P., Zayas, F. (2007). *Competencia en comunicación lingüística*. Madrid. Alianza Editorial

Esquemas de pensamiento de estudiantes universitarios sobre la cantidad de agua del planeta

González-García, Francisco (1) & Fernández-Ferrer, Gracia (2)

(1) *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada. (pagoga@ugr.es)* & (2) *CPR Valle Verde, Otívar, Granada.*

RESUMEN

Presentamos los resultados de un estudio realizado con universitarios de diversas titulaciones para conocer sus ideas sobre las variaciones en la cantidad de agua del Planeta, así como sus posibles causas. Determinamos un diagnóstico de la situación actual en el conocimiento de la materia del agua en los universitarios, pudiendo ser el punto de partida para establecer, en su caso, medidas de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje pre y universitario.

Palabras clave

Esquemas de conocimiento, enseñanza, cantidad de agua

INTRODUCCIÓN

El ciclo del agua, a pesar de ser una temática trabajada desde los primeros niveles de la enseñanza obligatoria, no está exento de dificultades para su entendimiento. Es el funcionamiento de sus partes menos visibles, como la aérea o subterránea, las más desconocidas por la mayoría de los estudiantes, como lo demuestran numerosos estudios en Didáctica de las Ciencias (Bar, 1989; Taiwoo et al., 1989; Bach y Brusi, 1990; Pereira y Pestana, 1991; Bach, 2001; Márquez et al., 2003; Dickerson y Dawkins, 2004; Ben-zvi-Assarf y Orion, 2005; Dickerson et al., 2005; Márquez y Bach, 2007; Fernández-Ferrer y González, 2008, 2010 a, 2010 b; Fernández-Ferrer, 2009).

La falta de cultura en materia hídrica por parte de la ciudadanía desencadena la falta de ética en su uso y gestión (Llamas, 2008) y consiguientes problemas ambientales. Este aspecto salta a la luz en encuestas como IESA-2001, donde se percibe como la población andaluza mayoritariamente entiende los problemas del agua como un problema de oferta, y no de demanda, alejándose de este modo del principio que inspira la Nueva Cultura del agua (Moyano, 2005).

Con el presente trabajo se pretende contribuir a la revisión de los esquemas de conocimientos de los universitarios en relación a su cultura hidrológica. En concreto, se centra en lo que piensan sobre la posible variación de la cantidad de agua del planeta, y en su caso, las causas de la misma, lo que redundaría en una percepción equivocada del concepto de ciclo, al tiempo de conocer sus ideas sobre las causas de la problemática del agua relativa a su escasez.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó sobre una muestra de 506 estudiantes de la Universidad de Granada, repartidos entre diferentes cursos de las licenciaturas de Geología (41),

Biología (141), Ciencias Ambientales (100), Diplomatura de Magisterio-Educación Primaria (187), y un pequeño número de estudiantes de Ciencias Químicas e Ingeniería de Caminos, que se agruparon en la categoría Otros (37). Se preguntó por la modalidad de Bachillerato de procedencia, siendo la mayoría de estudiantes de Magisterio provenientes de las opciones de Sociales-Humanidades, así como los casos (57) que habían cursado la asignatura de Hidrogeología durante las licenciaturas de Ciencias (principalmente correspondientes a la licenciatura de Geología y Ambientales, en algún caso).

Se trata de un estudio cualitativo donde se interpretan los registros formulados por los casos tras plantearles la siguiente afirmación: *“La cantidad de agua en el planeta a lo largo de los años ha ido variando, ahora estamos en un momento de escasez”*, y que considerasen su falsedad o veracidad, razonando sus respuestas.

El análisis de las contestaciones se hizo utilizando una rejilla abierta (Weil-Barais y Corrover, 1993), donde se plantean todas las categorías necesarias para clasificar todos los registros. Estas categorías corresponden a tres variables diferentes: a) Opción en la elección por la falsedad o veracidad de la afirmación, b) Cambios diferentes en la cantidad de agua (en los casos que confirman la falsedad de la afirmación), c) Razones de cambios en la cantidad de agua (en los que defienden la veracidad). Además, hacemos mención de algunas ideas detectadas y que consideramos erróneas o peculiares sobre el ciclo del agua.

RESULTADOS

a) Falsedad o veracidad de la afirmación.

En la Tabla 1 se aprecia la separación de dos tendencias equitativas en número, relativas a la veracidad o no de la afirmación.

	Numero de elecciones	Porcentaje
La afirmación es cierta	229	45,2
La afirmación es falsa	247	48,8
No sabe	5	1,0
No contesta	25	4,9
Total	506	100

Tabla 1. Número de elecciones y porcentajes de alumnos que responden si es cierta o falsa la afirmación: “La cantidad de agua en el planeta ha ido variando y ahora estamos en un momento de escasez”.

En la Figura 1 se pueden diferenciar por la carrera de procedencia. De este modo, los estudiantes de Magisterio, fundamentalmente procedentes de Bachilleratos de Humanidades, mayoritariamente defienden que la cantidad de agua varía a lo largo del tiempo y que ahora estamos en un periodo de escasez. Por otro lado, los estudiantes de carreras de Ciencias, mayoritariamente exponen que no hay variación en cantidad total, pero sí en otros aspectos como los usos, distribución espacial o precipitación. El haber cursado la asignatura de Hidrogeología por algunos estudiantes de Ambientales y Geológicas refuerza la tendencia a interpretar la afirmación como falsa.

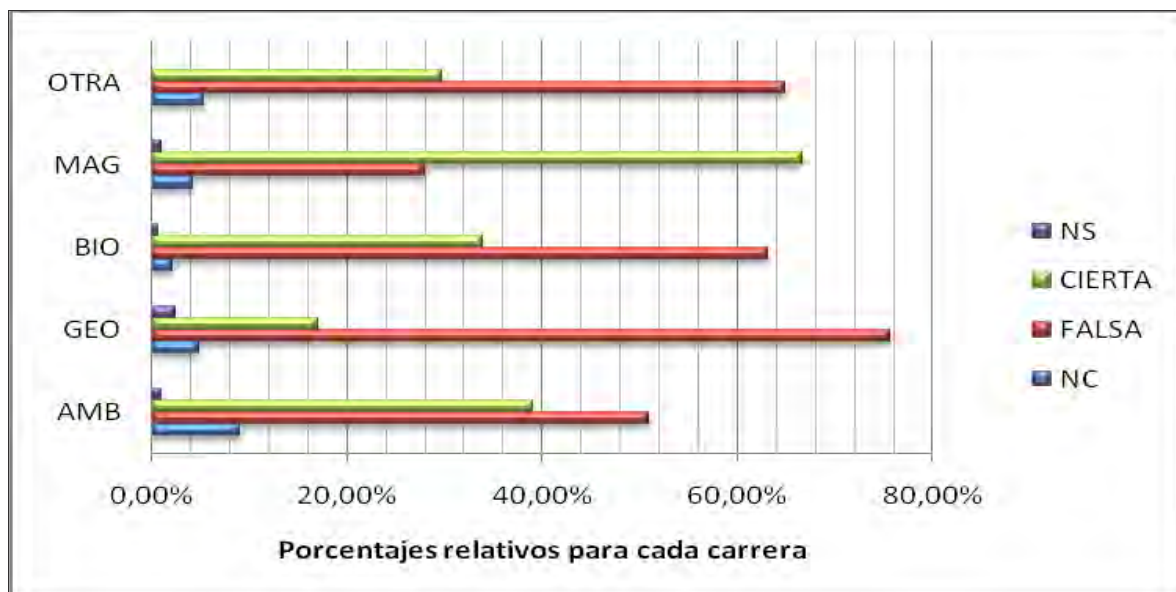


Figura 1. Porcentajes de estudiantes que indican si es cierta/falsa la afirmación: “La cantidad de agua en el planeta ha ido variando y ahora estamos en un periodo de escasez”. MAG, estudiantes de Magisterio Educación Primaria; BIO, Ciencias Biológicas; GEO, Ciencias Geológicas; AMB, Ciencias Ambientales; OTRA, Ciencias Químicas e Ingeniería de Caminos. NS, no sabe; NC, no contesta.

b) Cambios diferentes en la cantidad de agua (en los casos que confirman la falsedad de la afirmación).

En la Tabla 2 se recogen las frecuencias y los porcentajes en las categorías establecidas para las respuestas que indican que la afirmación es falsa. Los razonamientos inciden en que la cantidad global en el planeta no sufre variaciones sino que los cambios son de otro tipo.

	Frecuencia	Porcentaje
Estado y distribución espacial en el planeta	78	31,6
Cantidad de agua dulce	72	29,1
Distribución y cantidad de precipitaciones	43	17,4
Otras	36	14,6
Uso humano	9	3,6
No da razón	6	2,5
Cantidad de agua subterránea	3	1,2
Total	247	100

Tabla 2. Frecuencias y porcentajes en las categorías establecidas para razonar la falsedad de la afirmación: “La cantidad de agua en el planeta ha ido variando y ahora estamos en un momento de escasez”.

Algunos ejemplos representativos de cada categoría son:

Estado y Distribución espacial: “Falso, la cantidad de agua que hay en la tierra siempre es constante; lo que varia es la cantidad de agua en sus tres estados, agua, vapor, hielo”.

Cantidad de agua dulce: *“No la cantidad de agua en la tierra es constantes, lo que puede variar es el agua disponible para consumo”.*

Precipitación: *“No es cierta porque la cantidad de agua siempre es la misma, lo que varía es la cantidad de lluvia que cae”.*

Otras: *“Existe la misma cantidad, pero hay más agua evaporada que en estado líquido”.*

Uso humano: *“Es falsa. Lo que ha variado a lo largo de los años no es la cantidad de agua sino la explotación que hacemos de esta”.*

Cantidad de agua subterránea: *“Entrada = Salida. Lo que ocurre es que el hombre ha modificado el curso del agua, debido a la gran tala de árboles, provocando una gran desertificación. Esto ha provocado la pérdida de suelo y por tanto la infiltración en las aguas subterráneas”.*

c) Razones de cambios en la cantidad de agua (en los que defienden la veracidad).

En la Tabla 3 se recogen las frecuencias y los porcentajes en las categorías establecidas para las respuestas que indican que la afirmación es cierta. Los razonamientos inciden generalmente en que algún reservorio de agua sufre una variación absoluta, en particular las precipitaciones.

	Frecuencia	Porcentaje
Precipitación	108	47,2
Agua útil	41	17,9
No específica	36	15,7
Precipitación y uso	31	13,5
Otros	13	5,7
Total	229	100

Tabla 3. Frecuencias y porcentajes en las categorías establecidas para razonar la veracidad de la afirmación: *“La cantidad de agua en el planeta ha ido variando y ahora estamos en un momento de escasez”.*

Algunos ejemplos representativos de cada categoría son:

Precipitación: *“Sí, porque han disminuido las lluvias y los embalses están más vacíos”.*

Agua útil: *“Si, la sobreexplotación y despilfarro humano de agua ha puesto de manifiesto un grave problema con el agua y su cantidad viéndose afectada por contaminación, abastecimientos solo a países en desarrollo, etc.”.*

No específica: *“Sí, porque el agua depende del tiempo”; “Verdadero, por el cambio climático”.*

Precipitación y uso: *“Sí, ya que las precipitaciones son escasas y el consumo de agua es enorme”.*

Otros: *“Cierto, a causa del calentamiento global que evapora el agua”; “Sí, se refiere al nivel de capacidad de almacenamiento de agua en pantanos y presas”.*

d) Algunas ideas erróneas o peculiares

En los diferentes razonamientos hemos encontrado ideas erróneas sobre el funcionamiento global del ciclo del agua.

La cantidad de agua del ciclo varía: *“Cierta, el ciclo del agua puede perder o ganar agua”.*

Creación y destrucción de agua: *“El agua puede reaccionar con otros compuestos y perderse, pero por otro lado también puede disociarse y crearse agua”.*

Cantidad de agua dulce y su disponibilidad para consumo: *“Cierto porque los seres vivos toman agua del medio quedándose con parte de esa agua y devolviendo al medio una pequeña parte. Pero a parte de esos no sería cierto porque lo que escasea es el agua útil para los seres vivos”.*

El agua es un recurso no renovable: *“Sí, cada vez consumimos más agua de la disponemos y llegará un momento que sino lo controlamos o hacemos algo se extingue”; “Sólo la cantidad de agua dulce, que se han usado manera incontrolada hasta su peligro de desaparición ya que son un recurso no renovable en el caso de acuíferos”.*

Inseguridad en respuestas: *“Sí, creo que la cantidad de agua del mar, provocada por la contaminación está creciendo”.*

CONCLUSIONES

En el estudio se aprecia una diferenciación relativa a la veracidad o no de la afirmación *“la cantidad de agua sobre el planeta ha variado, ahora estamos en un momento de escasez”*, asociadas claramente a la carrera de procedencia, equitativa en números entre estudiantes de Magisterio y el resto, y entre los estudiantes de Ciencias que cursaron la materia de Hidrogeología y el resto.

Si bien es cierto que los estudiantes de carreras científicas parecen poseer un mayor bagaje cultural para entender el ciclo del agua y poder defender posturas más acordes a la realidad, encontramos entre un 25-40% que optan por una idea errónea. En contra, los estudiantes procedentes de bachilleratos de letras presentan una mayor precariedad para afrontarla, siendo por otro lado notorio el importante número de ideas erróneas detectadas en relación al concepto de ciclo del agua. Si extrapolamos estos datos a la población en general nos puede dar una idea de la posible deficiencia en cultura hidráulica de la misma.

En cuanto al principio que inspira la Nueva Cultura del Agua, que centra la problemática en un problema de demanda y no de oferta, se observa que pocos universitarios hacen alusiones a este aspecto, siendo muy pocos los que se sienten sensibilizados por el exceso de consumo, la falta de racionalidad en su uso o ineficacia en la utilización de infraestructuras hidráulicas disponibles.

Se evidencia la necesidad de tratar adecuadamente la temática hídrica en la enseñanza obligatoria y post-obligatoria, que favorezcan la resolución de las dificultades de entendimiento del ciclo del agua, y con ello se contribuya a la necesaria alfabetización de la población en la ética del uso, gestión y disfrute del patrimonio hídrico, que enmarca la percepción holística de la Nueva Cultura del agua (Antoranz y Martínez, 2002; Moyano, 2005).

El ciclo del agua tan omnipresente en todas las fases de la enseñanza puede ser también un núcleo motivador para fomentar un pensamiento crítico, acorde con el científico, en todos los profesores de primaria y secundaria y que se extendiera a diversas cuestiones próximas como puede ser el cambio climático (Fernández-Ferrer et al., 2011).

BIBLIOGRAFÍA

- Antoranz, M.A y Martínez, F. J. (2002). El agua y los ríos en el sistema educativo. Congreso Internacional, sobre gestión del Agua. Sevilla. Desde: http://alojamientos.us.es/ciberico/archivos_acrobat/sevillaponenantoranz.pdf.
- Bach, J. (2001). Los recursos hídricos y el sistema de Cuenca. *Alambique*, 27, 69-80.
- Bach, J. y Brusi, D. (1990). El ciclo de l'agua. *Perspectiva escolar*, 150, 8-18.
- Bar, V. (1989). Children's views about the water cycle. *Science Educación*, 73, 4, 481-500.
- Ben-zvi-assarf, O. & Orion, N. (2005). A study of junior high students' perceptions of water cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53, 4, 366-373.
- Dickerson, D., Callahan, T.J., Sickle, M.V. & Hay, G. (2005). Students' conceptions of Scale Regarding Groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 53, 4, 374-380.
- Dickerson, D.L. & Dawkins, K.R. (2004). Eighth grade students' understandings of groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 52, 1, 178-181.
- Fernández-Ferrer, G. y González, F. (2008). El agua subterránea en la escuela: un estudio de cambio conceptual en alumnos de educación secundaria basado en la investigación-acción. En A. Calogne, L. Rebollo, M.D. López-Carrillo, A. Rodrigo e I. Rábano (Eds.), *Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Cuadernos del Museo Geominero*, (pp. 147-156). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Fernández-Ferrer, G. (2009). *El agua subterránea: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios y estrategias didácticas para su aprendizaje significativo en estudiantes de secundaria*. Granada: Universidad de Granada. Desde: <http://0hera.ugr.es/adrastea.ugr.es/tesisugr/18323406.pdf>.
- Fernández-Ferrer, G. y González, F. (2010a). El problema de la descarga del agua subterránea al medio superficial: estudio de esquemas de conocimiento en universitarios. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 24, 153-169. En: http://centros.uv.es/web/departamentos/D90/data/tablonetablon_general/PDF24.pdf
- Fernández-Ferrer, G. y González, F. (2010b). Modelos de localización y funcionamiento del agua subterránea en universitarios de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9, 3, 716-736. Desde: <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- Fernández-Ferrer, G., González, F. y Molina, J.L. (2011). El cambio climático y el agua: lo que piensan los universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), 427-438.
- Llamas, M. R. (2008). Aspectos éticos de los conflictos del agua en España. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 102 (1), 161-184.

- Márquez, C. y Bach, J. (2007). Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15, 3, 280-286.
- Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2003). La comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 3, 371-386.
- Moyano, E. (2005). La percepción de los andaluces en torno al agua. *Instituto de Estudios Sociológicos (IESA-CSIC). Foro Andaluz del agua*. Málaga.
- Pereira, M.P. & Pestana, M.E.M. (1991). Pupils' representations of models of water. *International Journal of Science Education*, 13, 3, 313-319.
- Taiwoo, A., Ray, H., Motswiri, J. & Masene, R. (1989). On of the water cycle among primary school children in Botswana. *Perception International . Journal Science Education*, 4, 413-429.
- Weil-Barais, A. et Corrover, D. (1993). *Manuel pratique de méthodologie pour la recherche en didactique*. París: Association Tour 123 Siège social: Université Paris VII.

Percepción del estudiantado de Enseñanza Secundaria Obligatoria acerca de la utilización de la imagen en clases de biología: estudio exploratorio con grupo de discusión

González, P.¹, Vildósola, X.² y Giné, N.¹

(1) *Departament de didàctica i organització educativa, Universitat de Barcelona, Barcelona, España* (2) *Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile. awxt@ub.edu*

RESUMEN

Este trabajo corresponde a un estudio exploratorio cualitativo, que pretende recoger información de la utilidad didáctica de las imágenes que son empleadas en las clases de biología. Por medio de la voz de los estudiantes y desde su discurso se recogen saberes y significados que permiten comprender el valor que ellos les atribuyen a las imágenes que utiliza el profesorado de biología. Los resultados preliminares destacan la relevancia que los estudiantes le atribuyen a las imágenes en el aprendizaje de los modelos de la biología, pero también lo que ellos esperan de sus profesores al momento del uso y la selección de imágenes significativas en dicho proceso.

Palabras clave

Enseñanza de las ciencias, enseñanza de la biología, imágenes, grupo de discusión, voz de los estudiantes

INTRODUCCIÓN

En los procesos educativos, una de las competencias que se deben promover y generar en los estudiantes es su capacidad comunicativa. La forma tradicional de comunicación es el lenguaje verbal, tanto oral como escrito. Pero siendo más estrictos, el lenguaje escrito requiere símbolos gráficos, es en este plano que surge un nuevo lenguaje, el visual, el cual se sirve de representaciones gráficas para su expresión. El lenguaje visual es mucho más que la simbología del lenguaje escrito, encontramos en él, otras formas de expresión, entre las cuales se encuentran las imágenes. En el campo de la educación, las imágenes son muy importantes, pues han permitido a profesores enseñar su disciplina y a los estudiantes, comprenderlas y aprenderlas.

Marco teórico

La enseñanza de la ciencia es un trabajo complejo debido a las dificultades que presenta la transferencia de los conocimientos y la naturaleza de la ciencia hasta los estudiantes (Perales, 2008). En este espacio surgen los factores de aula como posibles causas de la dificultad en el éxito de los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias, que se evidencian hasta hoy en día. En todo este proceso el profesor es una pieza clave, por lo cual es fundamental que esté preparado para garantizar la calidad de la tarea educativa y es en ese sentido que se afirma la importancia de la formación en alfabetización científica para los profesores y los estudiantes (Vildósola, 2009).

Si centramos nuestra atención en las clases de ciencias experimentales, una de las herramientas más potentes dentro de las estrategias de enseñanza son las imágenes. En este contexto las imágenes cobran un rol de importancia en los procesos educativos en ciencias, sin embargo, no siempre cumplen con él. Para que una imagen sea significativa en el aprendizaje de las ciencias, involucra un proceso más complejo, en términos de la construcción de la imagen y luego su correcta lectura. En este sentido existen numerosos estudios como los descritos por Perales (2006) y por Perales y Romero (2005) que, si bien afirman que las imágenes son herramientas didácticas relevantes en el proceso educativo, si no cumplen con ciertos requisitos, no son aportes significativos en los aprendizajes, e incluso pueden provocar construcciones erradas de imágenes mentales o de los modelos de la realidad que se pretende enseñar. Es necesario entonces promover acciones e investigaciones que permitan ampliar la alfabetización científica a visual, como un elemento trascendental para una educación efectiva en ciencias y para el desarrollo social de los individuos.

Un problema y una pregunta

Este trabajo parte desde la trascendencia de las imágenes en el contexto de enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales, y específicamente de la biología y de las dificultades en su utilidad significativa en el aprendizaje de los estudiantes, como un factor que puede interferir negativamente en la transposición del conocimiento científico. Entonces, si son tan importantes las imágenes ¿por qué no siempre son de ayuda en el aprendizaje? y ¿qué ocurre específicamente en biología?, en cuyas clases la utilización de imágenes es una herramienta muy potente. A partir de estas inquietudes, se deriva un primer objetivo de investigación.

Objetivo

Comprender las percepciones y significados que los estudiantes atribuyen a la utilización de la imagen como elemento que permite el aprendizaje de los modelos científicos de la biología.

METODOLOGÍA

Este estudio exploratorio se enmarca en una perspectiva cualitativa, cuyo enfoque es interpretativo e inductivo, ya que lo que busca es recoger e interpretar información desde la realidad de las aulas de biología. Para ello se escogió como técnica de recogida de información los grupos de discusión (Ibáñez, 1989), justamente por su carácter humanista interpretativo y constructorista, que permite acceder a las experiencias, percepciones, interpretaciones que los sujetos tienen acerca del objeto de estudio (Donoso, 2004), las imágenes didácticas, y a partir de esos significados conjuntos es que se construyen los nuevos saberes.

El diseño de grupo de discusión no tuvo intencionalidad de representación estadística sino la tipológica. Su carácter es de tipo exploratorio y no precisa en esta etapa otras muestras, hasta reestructurar y mejorar el procedimiento y el diseño de esta técnica. Su programación se realizó en una sesión de discusión con grupo exploratorio de estudiantes de biología de Cuarto de Enseñanza Secundaria del Instituto Anna Gironella, perteneciente al distrito de Horta- Guinardó, de la ciudad de Barcelona.

La muestra estaba compuesta de nueve estudiantes cuarto de ESO y que conformaron el grupo de discusión sobre la temática de la utilidad de las imágenes en las clases de biología. El análisis de la información implicó en primer término la transcripción de los

discursos a partir del audio. Luego se codificaron los textos y se realizó la categorización de ellos en una red sistémica. Este proceso de categorización fue de carácter inductivo, no se consideraron categorías a priori, con el fin de extraer directamente de la realidad y desde la voz de los estudiantes lo que conciben como útil para su aprendizaje, respecto de las imágenes. A partir de las categorías encontradas, se realizó un análisis descriptivo y de frecuencia de las unidades de significado presentes en el discurso de los estudiantes. Finalmente, toda la información categorizada, se organizó en una red semántica para realizar una mejor organización de los significados.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se presentan en primer lugar resultados generales por medio de las frecuencias de los conceptos explicitados en la red sistémica elaborada a partir del grupo de discusión. En segundo término se presenta una síntesis de los contenidos en la forma de Red Semántica que muestra los conceptos claves asociados a las percepciones de los estudiantes acerca de la utilidad de las imágenes.

Resultados generales

La tabla 1 muestra los resultados generales con las categorías de significados. Al observar los resultados de la frecuencia con que aparecen en el discurso cada una de las categorías descritas previamente, en términos macro, la distribución de los porcentajes de frecuencias deja a las dos macrocategorías en proporciones muy parecidas: El rol del profesor con 49% y el aprendizaje con un 51%.

MACRO CATEGORÍAS	CATEGORÍAS	SUB-CATEGORÍAS	FRECUENCIA	%
ROL DEL PROFESOR	Mediador	Explicación oral	4	11
		Explicación oral e icónica	2	
	SUBTOTAL		6	
	Selección de imágenes	Coherencia	4	38
		Complejidad	8	
		Representación Visual	3	
		Conocimientos previos	3	
Soporte		3		
SUBTOTAL		21		
APRENDIZAJE	Facilitación Cognitiva	Motivación	3	38
		Comprensión	12	
		Constructos mentales	6	
	SUBTOTAL		21	
	Tareas Metacognitivas	Elaboración propia	7	13
SUBTOTAL		7		

Tabla 1. Aspectos relevantes que determinan la utilidad de las imágenes en las clases de biología según estudiantes de cuarto de ESO en Barcelona

Analizando específicamente la frecuencia de cada categoría (Tabla 1), se aprecia que la que se presenta en mayor proporción corresponde a la que denominamos “facilitadora cognitiva de la comprensión”, lo cual indica la relevancia que los estudiantes le atribuyen a las imágenes como herramientas para entender los contenidos de biología que se les enseñan. Otros dos aspectos significativos en términos de la frecuencia con que se mencionan son la complejidad como criterio de selección de imágenes, lo cual indica que los profesores deben considerar el grado de iconicidad de una imagen en relación con el contenido que ella involucra; y la facilitación que entregan las imágenes para formar constructos mentales, como memorizar, crear imágenes mentales o hacerse sus propias ideas.

Resultados específicos

La figura 1 muestra la red semántica conformada por dos grandes categorías principales, a saber, el rol del profesor y los relacionados directamente con su aprendizaje.

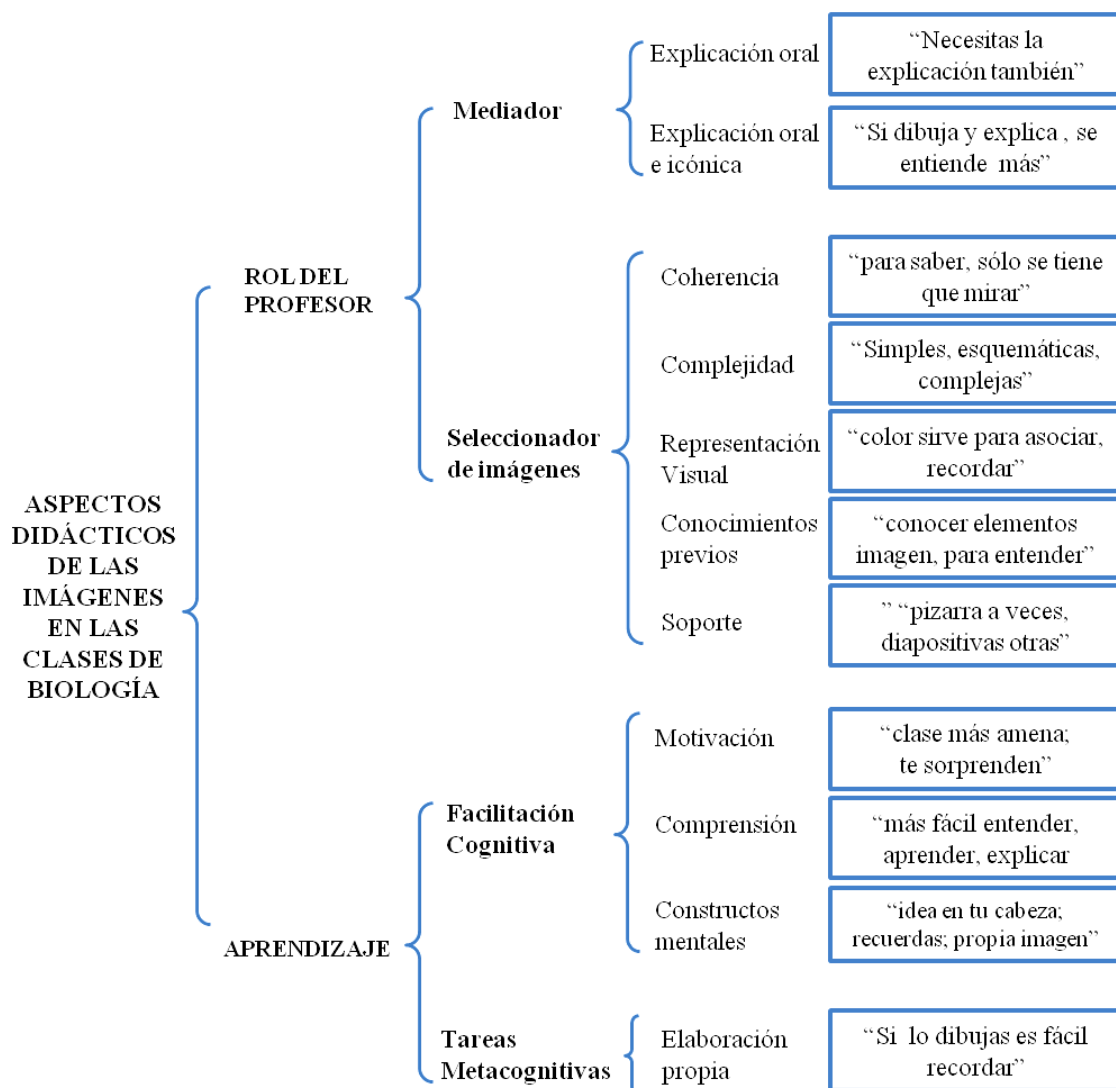


Figura 1. Red semántica de las percepciones de estudiantes de Cuarto de ESO acerca de la utilidad de las imágenes en las clases de biología

Respecto a la primera categoría:

I. Rol del profesor

El rol del profesor en este discurso, es entendido en un sentido emergente, es lo que para los estudiantes son tareas que esperan que el profesor realice, en relación con el uso de las imágenes en sus clases. De acuerdo a Perales (2006) cualquier intento de mejora en la enseñanza de las ciencias requiere “la preparación y complicidad” del profesor, en el sentido de tomar conciencia de la importancia de las imágenes en su acción educativa, que les lleve a una adecuada elaboración o a una cuidadosa selección, por medio de la prioritaria incorporación de procesos de alfabetización científico visual.

Rol mediador

El profesor es visto como un mediador entre la imagen y los estudiantes, y en ese sentido se espera que sea capaz de hacer llegar la imagen hasta los estudiantes, por medio de sus explicaciones y de sus propios dibujos (Figura 1), de tal modo que ella sea un instrumento de significación para el aprendizaje de los jóvenes. De este modo, la explicación del profesor favorecerá este proceso de aprendizaje adecuándolo al contexto, al nivel (curso) y la complejidad del contenido que se necesite. Destacan la relevancia de que el profesor realice sus propios dibujos, de manera que el contenido se entienda mejor.

Rol seleccionador

En un sentido emergente también se destaca la importancia de la función que el profesor tiene en la selección de las imágenes, apareciendo con una alta frecuencia en sus discursos (Tabla 1). Perales (2008), afirma que la existencia de tanta diversidad de imágenes exige una rigurosa selección de ellas y en concordancia con los objetivos educativos, lo cual reclama la capacitación del profesorado respecto de los diferentes usos educativos de la imagen.

En este proceso de selección, los estudiantes esperan que el profesor considere algunos aspectos de las imágenes, que pueden facilitar el aprendizaje, entre los cuales se encuentran:

Coherencia: Entendida como la conexión entre la imagen y el contenido que involucra, y que ellos esperan, les permita saber de qué trata la imagen con sólo mirarla. En este sentido Mathewson (citado en Perales, 2006), destaca que el uso de imágenes en la enseñanza debe estar sujeta a una constante búsqueda de coherencia de la información que se presenta a los estudiantes, para lo cual propone formar a los profesores en estas capacidades.

Complejidad: de la imagen en relación a los contenidos, destacando que cuando un contenido es más complejo requiere de una imagen que involucre esa complejidad, pero si el contenido es simple, las imágenes que se utilicen para explicarlo también lo sean. Procurar que las imágenes sean claras, comprensibles y fáciles de leer por los estudiantes. De acuerdo a Perales (2006), la complejidad de las imágenes se relaciona con su grado de iconicidad, destacando en ese sentido que un contenido complejo requiere una imagen de mayor iconicidad, para rentabilizar su comprensión.

Representación visual: También destacan algunas características gráficas que les ayudan a comprender mejor las imágenes y recordar los contenidos involucrados en ellas, como el color. Destaca la importancia que otorgan a la imagen colorida, expresando que ese tipo de imagen ayuda verdaderamente a entender y recordar el

contenido, puesto que se proyecta un retrato más claro y entendible, explicitando: niveles de profundidad, etapas, estructuras, características aludidas, etc.

Conocimientos previos: Aparece en el discurso lo importante que es conocer los elementos que componen a la imagen, previamente, para que sea de utilidad en el aprendizaje. Estos elementos son entendidos como signos y símbolos icónicos, estructuras biológicas y organismos. De acuerdo con Perales y Romero (2005) y Perales (2006), la utilidad didáctica de una imagen depende de la alfabetización visual de los estudiantes, que les permita una correcta lectura e interpretación de los elementos morfosintácticos que las componen.

Soporte: La utilización de diferentes soportes para la imagen, también ha sido destacada, pero siempre en relación con el contenido. Se mencionan las bondades de las diapositivas para entender ciertos contenidos, pero también se reconoce en la pizarra el valor del dibujo hecho a mano por el profesor. Si bien es cierto Perales (2006) no se refiere específicamente a los soportes, él hace referencia a la multiplicidad respecto de las imágenes, como una característica didáctica de utilidad para los estudiantes.

Podemos reconocer sin embargo, que estos cinco aspectos categorizados en el rol del profesor, corresponden a características propias de las imágenes, sin embargo en este discurso, y por eso su clasificación en esta categoría, son criterios de la imágenes que si son considerados asertivamente, por el profesor durante la selección de la imágenes son factores que incidirán positivamente en su aprendizaje.

Respecto a la segunda categoría:

II. Aprendizaje e imágenes

En concordancia con Perales (2006) y desde la voz de los estudiantes, las imágenes son reconocidas como un gran apoyo en la educación de las ciencias, la imagen aclara contenidos y a la vez entretiene, y en lo que concierne al área de las ciencias y específicamente a la biología, su uso sistemático y responsable aparece como un imperativo irrefutable. En otro sentido se reconoce a las imágenes como elementos fundamentales en el refuerzo contextual que permite entender aspectos de la naturaleza que nos rodea como procesos, estructuras biológicas u organismos, o bien para situarse en el mundo como sucede con la geografía. Categorizados en este aspecto hemos incorporado a todos aquellos factores que de alguna u otra manera les posibilitan un mayor aprendizaje a partir de las imágenes.

Facilitación cognitiva

Esta categoría es entendida como la inclusora de aquellos aspectos que ofrecen las imágenes, que potencian el aprendizaje de los estudiantes a través de procesos que lo facilitan. En este sentido se extraen tres aspectos desde el discurso de los estudiantes: la motivación, la comprensión y los constructos mentales.

Motivación: Las imágenes motivan pues les hacen poner más atención en una clase o comprenden mejor un examen, y en ambos casos se generan mayores aprendizajes. Los motivan a aprender nuevas cosas, su utilización los ayuda a que entiendan mejor su entorno y se hacen una idea más clara de todo (situaciones, materias, contenidos, etc.) Según Perales (2006), se deben considerar las preferencias cognitivas (visual por sobre verbal) de los estudiantes, para mejorar sus aprendizajes.

Comprensión: Este aspecto es el que presenta la mayor frecuencia de aparición en el discurso (ver tabla 1). Para los estudiantes es muy importante que la teoría en biología

vaya acompañada de imágenes pues ayudan a entender los contenidos de ésta, pues se facilita para ellos el proceso de enseñanza y de aprendizaje. De acuerdo a Roldán, Vázquez, & Rivarosa (2009), las imágenes son significativas para explicar y validar el desarrollo de las Ciencias Biológicas y de la representación científica, y aunque parezcan sencillas de interpretar, ellas son un objeto de conocimiento y aprendizaje complejo.

Constructos mentales: Son entendidos como todos aquellos procesos mentales a los que los estudiantes hacen referencia en su discurso como las ideas en su mente, lo que imaginan, lo que memorizan como imágenes, o sus imágenes propias, y todos les ayudan luego a recordar, entender o desarrollar un examen, pues es “más fácil recordar el contenido de esta manera”. Perales y Romero (2005) y Perales (2006), reconocen en las imágenes su uso mnemotécnico, que facilita el aprendizaje.

Tareas Metacognitivas

Hemos definido como tareas metacognitivas, aquellas que realiza el estudiante, y que permiten no sólo aprender, sino hacer consciente lo que saben o lo que han aprendido. Realizar sus propios dibujos o el dibujo expuesto en la pizarra o desde el proyector, en sus libros de notas, facilita la comprensión del aprendizaje, además de favorecer el trabajo autónomo. Las imágenes también ayudan a que los alumnos recuerden sus propios esquemas y los contenidos que involucran, al reproducirlos. De acuerdo a Perales (2006) es recomendable como actividad de aula, promover la producción de imágenes por parte de los estudiantes y su integración efectiva en la evaluación del aprendizaje.

CONCLUSIONES

Para el estudiantado las imágenes en las clases de biología tienen una importancia que al parecer no es tenido completamente en cuenta por el profesorado que las utiliza. Llama mucho la atención el nivel y calidad de las ideas que aporta el estudiantado sobre la temática que se les ha planteado en el grupo de discusión. También, es importante considerar que la utilidad de las imágenes las vincula el estudiantado, tanto desde la perspectiva de quién enseña y también de quien aprende. Esta visión del estudiantado de cuarto de ESO indudablemente aporta elementos importantes a tener en cuenta por el profesorado sobre todo que a la hora de planificar la enseñanza no siempre se tienen en cuenta sus apreciaciones en relación con la enseñanza en general, y en particular con las imágenes que se presentan durante la práctica de aula. Hay al parecer desconocimiento, por parte del profesorado sobre el valor didáctico que tienen las imágenes para la enseñanza de los modelos científicos-biológicos. El grupo de discusión, permite recoger explicaciones del estudiantado que tienen valor para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias, y particularmente, de la biología, lo que probablemente influenciará positivamente en la calidad del aprendizaje de los estudiantes. Por último, es importante recalcar, que se requieren nuevos grupos de discusión que permitan corroborar estos datos preliminares y permitan también la saturación de las categorías encontradas.

BIBLIOGRAFÍA

Donoso, T. (2004). Construccinismo social: Aplicación del grupo de discusión en praxis de equipo reflexivo en la investigación científica. *Revista de Psicología*, XIII(001), 9-20.

Ibañez, J. (1989). *Cómo se realiza una investigación mediante grupos de discusión*. Madrid: Alianza.

Perales, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*(24), 13- 30.

Perales, F. J. (2008). La imagen en la enseñanza de las ciencias: Algunos resultados de investigación en la Universidad de Granada. *Formación Universitaria*, 1(4), 13-22.

Perales, J. & Romero, J. (2005). Procesamiento conjunto de lenguaje e imágenes en contextos didácticos: una aproximación cognitiva. *Anales de Psicología*, 21(001), 129-147.

Roldán, C., Vázquez, A. & Rivarosa, A. (2009). Las representaciones gráficas en tareas académicas universitarias. *Enseñanza de las ciencias* (extra VIII congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, Barcelona), 1932-1936.

Vildósola, X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes, y la influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona.

LA REALIDAD DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL CIENTÍFICA EN LAS ESCUELAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Julia Ibarra Murillo*, María José Gil Quílez**

Universidad Pública de Navarra, (maider@unavarra.es)Universidad de Zaragoza*

RESUMEN

Esta investigación pretende conocer las causas que llevan a los centros de primaria a la “deserción” de la actividad experimental, habida cuenta de que estas razones son implícitas y escasamente conocidas. Las encuestas se han dirigido a directores/as de escuelas y maestros/as de Educación Primaria. Son varias las razones que explican la escasa actividad experimental científica.

Palabras clave

Laboratorios, experimentación, escuelas, primaria.

INTRODUCCIÓN

Las actividades prácticas de experimentación en ciencias se reconocen como la mejor vía de conocimiento científico para los escolares (Hodson, 1994), pero la mayoría de las investigaciones sobre la enseñanza en los laboratorios de ciencias, se centran en la educación Secundaria (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007) y no abordan las dificultades a las que se enfrenta el maestro de Primaria. Sin embargo la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la escuela la entendemos como un proceso donde interactúan las habilidades de pensamiento, las de comunicación, junto con las de la experimentación y las de autorregulación (Pujol, 2003).

La experiencia de varios años de visitas a centros escolares nos ha llevado a constatar que el uso de los laboratorios, la realización de actividades prácticas, es irregular y esporádico y que los profesores encuentran dificultades de diverso orden para integrar estas actividades en el currículo escolar.

Esta investigación pretende conocer la realidad de la actividad experimental en las escuelas de primaria de nuestra comunidad y definir algunas de las causas que llevan a los centros a esta “deserción” de la actividad experimental, habida cuenta de que estas razones son implícitas y escasamente conocidas. El objetivo es contribuir al diagnóstico de la situación, para posteriormente justificar medidas que busquen paliar esta disfuncionalidad.

1. OBJETIVOS

Nuestro marco teórico se basa en la teoría del Sistema Didáctico de Brousseau, en cuya versión clásica (Brousseau, 1997), adaptada para situaciones de enseñanza en laboratorio experimental o informático (Malafosse, 2002) el proceso de enseñanza y aprendizaje escolar se interpreta como el conjunto de reglas e interacciones entre los componentes de dicho contrato, el saber a enseñar, el profesor y el alumno y el medio didáctico.

Pues bien es en estos tres ejes en los que investigamos para entender que está ocurriendo en las escuelas ante las tareas experimentales científicas. La hipótesis de partida es que una o más de alguna de estas interacciones (relaciones entre el maestro/a y el *saber*, relaciones maestro/a y alumnos y la interacción con el medio) deben mostrar algunas de las causas que buscamos. El profesor es el sujeto de la investigación en el sentido que es el testigo y actor de la actividad escolar respecto a la experimentación científica.

Los profesores además del conocimiento disciplinar y del conocimiento psicopedagógico desarrollan lo que Shulman (1987) llama el conocimiento didáctico del contenido, una amalgama entre pedagogía y materia, una esfera de conocimiento propia de los docentes que se obtiene con la práctica y a menudo es la menos codificada de todas. Este autor señala que es una tarea importante en la investigación didáctica, trabajar con los educadores para desarrollar estas representaciones codificadas. Según esta idea en nuestra investigación pretendemos encontrar también la expresión de este conocimiento del profesorado, en torno a la actividad experimental en ciencias en las aulas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Instrumento y método de aplicación

Se elaboró un cuestionario basado en el modelo teórico de referencia, estructurado en cinco apartados:

1. Características del profesor.
2. Características de la actividad práctica que el profesor realiza.
3. Las actividades prácticas con relación a los alumnos.
4. Las actividades prácticas con relación a los “saberes”.
5. Las actividades prácticas con relación a la institución.

2.2. Contexto y muestra.

El cuestionario ha sido remitido por correo postal o electrónico a los 217 centros de educación primaria de Navarra. Hemos recibido 150 encuestas, distribuidas en 82 centros de Primaria, esto es, aproximadamente el 40% de los colegios encuestados ha remitido al menos una encuesta. Este hecho asegura la calidad con relación al aspecto particular de la no respuesta (Sánchez, 2000). Planteamos como hipótesis metodológica que el diseño de la encuesta (Martínez, 2004) no plantea problemas de selección, ni de estimación, ni tampoco de control del error (del muestreo o ajenos al muestreo).

La edad media de los encuestados es 47,6 años y la experiencia profesional media es de 18 años. Por la naturaleza del centro, también se tiene una distribución coherente con la población de referencia: el 70% de los encuestados trabaja en centros públicos y el 30% en concertados.

2.3. Resultados

Los resultados sobre 82 escuelas. La mitad (50%) de los centros que han contestado afirman disponer del mismo y la otra mitad responden que no tienen laboratorio. El 44.6% de los centros públicos tienen laboratorio y el 55.4% no tiene laboratorio. El 100% de los centros privados disponen de laboratorio escolar. El 46% de los centros que disponen de laboratorio no lo comparten con ninguna otra actividad y el 54% restante sí lo comparte con muy diversas actividades que varían desde aulas para tecnología, audiovisuales y otras sin especificar.

La figura 1 muestra la distribución de las horas de actividad experimental al año entre el profesorado que declara dedicar algún tiempo.

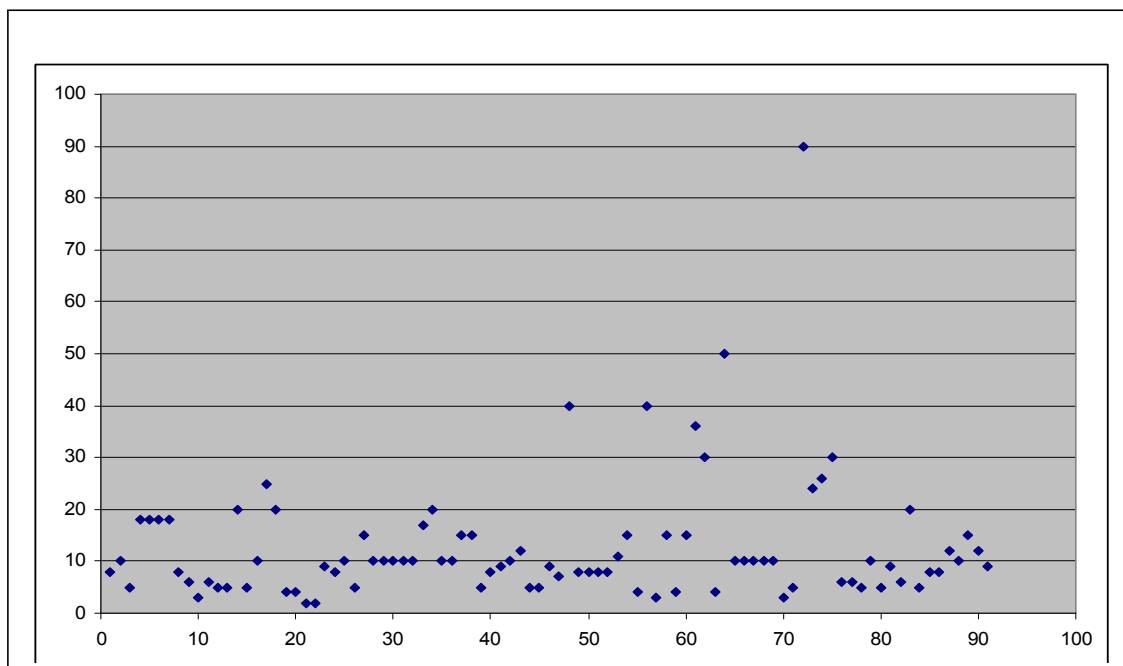


Figura 1. Gráfico de dispersión de las horas de actividad experimental: en el eje horizontal distribución de las frecuencias de profesores que la realizan y en el eje vertical número de horas/año que se declaran como actividad experimental.

Existen tres grandes grupos de profesores con relación a la actividad experimental declarada: los que contestan en blanco o indican que no dedican ninguna hora (31,6% aprox.) y lo que indican un número de horas determinado (68,4% aprox.). Si nos centramos en el subgrupo segundo (entre 1 y 20 horas declaradas), la media es 9,3 horas/año, con una desviación típica de 4,6 (Figura 1).

El grado de satisfacción de los maestros con la actividad experimental realizada es muy bajo: únicamente el 9% de los encuestados considera que la actividad experimental que realiza es adecuada para los contenidos que imparte. Las razones de esta insatisfacción generalizada quedan reflejadas en las respuestas a 11 cuestiones tipo Likert del apartado “actividades prácticas con relación a la institución”. Es decir, determinan una razón exógena a su formación e intereses. Esto es paradójico, por cuanto únicamente el 20% de los maestros manifiesta la participación en al menos un curso de formación continua en ciencias y únicamente el 6% y el 4% ha realizado 2 o 3. Por otra parte habría que tener en cuenta si la oferta para la mejora continua de los maestros/as en la formación didáctica y científica es hoy día suficiente.

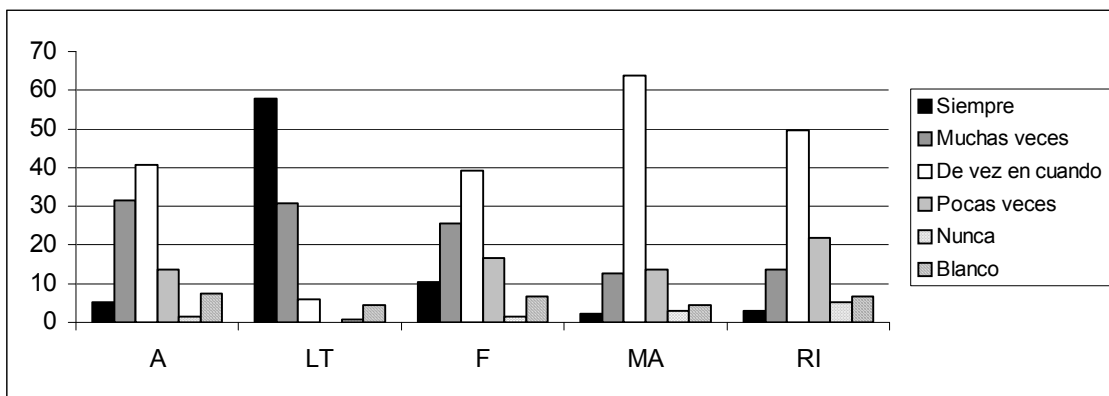


Figure 2. Materiales usados para enseñar ciencias

En la Figura 2 se puede observar que el libro de texto (LT) es el material didáctico privilegiado: cerca del 60% de los maestros manifiestan que lo utilizan siempre en las clases y más del 30% muchas veces. Las respuestas respecto al uso de materiales audiovisuales (MA) y de recursos informáticos (RI) deben ser indicadoras de un uso esporádico, puesto que hay un refugio mayoritario en la respuesta intermedia (de vez en cuando) y las respuestas que indican poca frecuencia o en blanco son más numerosas que las que indican un uso frecuente. El mismo criterio nos permite afirmar que el uso de los recursos apuntes (A) y fichas (F) está extendido.

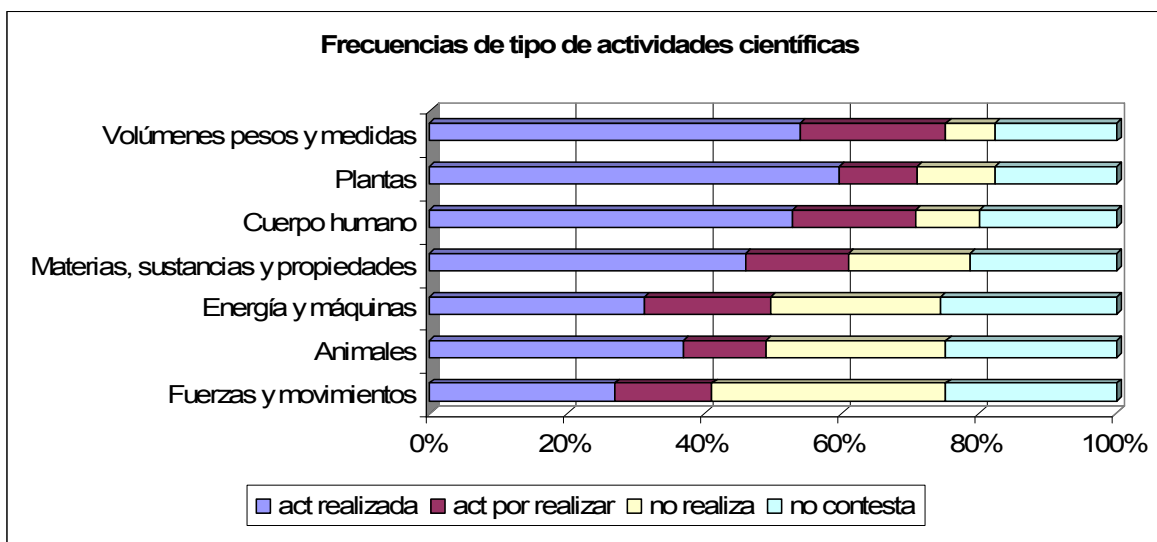


Figura 3. Relación entre los tipos de actividades experimentales y porcentaje de centros que las realizan

En el examen de la interacción del profesor con el saber a enseñar preguntamos por los tipos de actividades que trabajan en la experimentación científica en relación a los contenidos curriculares de la Primaria. El resultado es que alrededor de un 75% de las actividades

experimentales realizadas corresponden a las relacionadas con *volúmenes, pesos y medidas*, seguidas por las de las *plantas* y las relacionadas con el *cuerpo humano*.

La mayor parte de los docentes afirma ajustar las actividades propuestas a una única sesión de 50 minutos (79,51%). El 7,38% de los docentes realiza actividades más extensas, que abarcan más de una sesión.

Para el análisis de la interacción entre profesor y alumno en relación a la actividad experimental elaboramos una encuesta tipo Likert para examinar si desde la perspectiva del profesorado se perciben dificultades relacionadas con la actitud, capacidad de los alumnos. El resultado expresado en la Figura 4, es elocuente en el sentido de que una mayoría de profesores reconocen el gusto de los alumnos por estas actividades, la suficiente preparación para realizarlas y el fortalecimiento del trabajo autónomo que propicia.

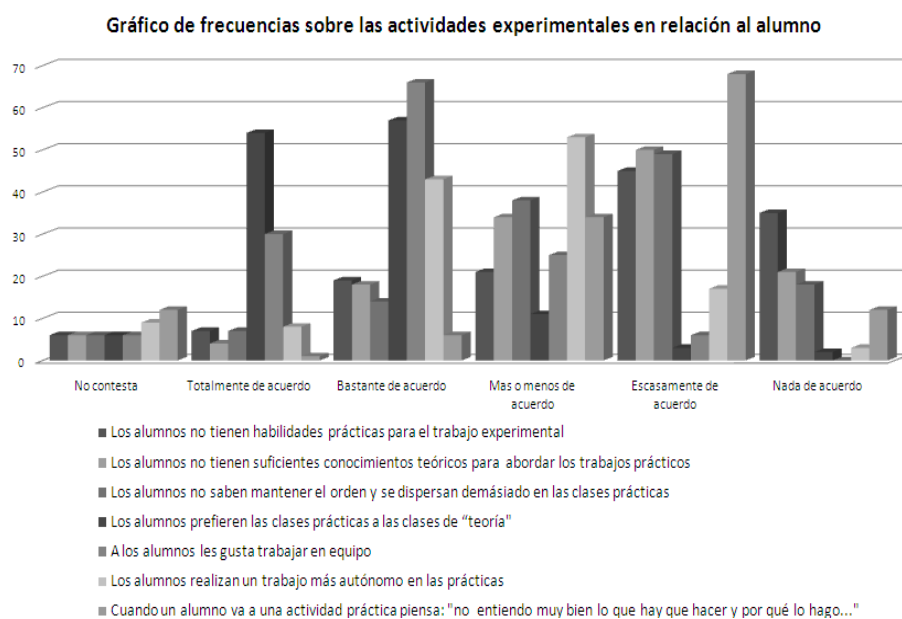


Figura 4: Respuestas de los profesores (escala Likert) a preguntas relacionadas con los alumnos y las actividades científicas.

En relación a los objetivos de las actividades experimentales encontramos que el 86% de los profesores encuestados valoran que el objetivo de las actividades experimentales es la familiarización con fenómenos y hechos naturales y el 80% de ellos afirma que también deben servir para aprender procedimientos experimentales. Los objetivos de ilustración de teorías, procesos o leyes y el de aprender procesos de investigación con protocolos sencillos recogen a un porcentaje sensiblemente menor de los maestros, entorno al 60%. A tenor de las respuestas la gran mayoría de los profesores encuestados declaran realizar el nivel más sencillo de la actividad científica experimental, a saber, la familiarización, el primer contacto, el acercamiento a los fenómenos que la ciencia estudia. Estos resultados coinciden con los de García Barros (2001) donde se destaca que son muy escasas actividades experimentales que incluyan emisión de hipótesis, control de variables, recolección de resultados numéricos, establecimiento de conclusiones y el diseño de experiencias.

En el eje de interacción en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que interpretamos como la relación con el medio externo al propio del aula, nos interesa conocer de qué forma perciben los profesores qué elementos institucionales, o relacionados con el centro y su contexto

determinan la actividad científica escolar. Encontramos que un porcentaje de profesores cercano al 40% afirma que ha habido una disminución clara de la actividad científica escolar que coincide en el tiempo con la implantación de la reforma de la LOGSE, que llevó a eliminar de las escuelas los cursos superiores de la EGB y con ellos profesores y alumnos que hacían actividades de laboratorio y en general más actividad experimental. Las dificultades de organización horaria y la falta de equipamiento son otras dificultades añadidas para la actividad experimental según el profesorado.

4. CONCLUSIONES

Las causas detectadas de la “deserción” de la actividad experimental en la Educación Primaria son:

Desaparición del laboratorio, como ambiente privilegiado de trabajo en ciencias. La necesidad de nuevas aulas y espacios ha empujado a los centros a ocupar los laboratorios para otras necesidades. Al respecto hay que señalar que mientras que la mayor parte de los centros privados declaran disponer de un laboratorio de ciencias los centros públicos solo poco más de la mitad declaran lo mismo. Por otra parte las tablas de contingencia indican que los centros que declaran tener laboratorio también declaran realizar más actividades experimentales y también más salidas al campo y en general otro tipo de actividades científicas incluida la de los ordenadores.

Los docentes señalan las dificultades en equipamiento y organización temporal y con el alumnado para afrontar dichas actividades, pero también su falta de preparación profesional y de criterios para evaluarlas. Esta apreciación está en concordancia con estudios en otros países europeos. Murphy, Neil y Beggs (2007) muestran que la falta de auto confianza y capacidad es la mayor dificultad que identifican los profesores de primaria en la enseñanza de las ciencias en el Reino Unido.

Reducción de la Educación Primaria de 14 a 12 años, debida a la reestructuración del sistema educativo español para la etapa obligatoria.

La formación permanente de los maestros. Teniendo en cuenta la edad media de los maestros de la muestra (47,6 años) y el porcentaje de maestros que participan en al menos un curso de reciclaje en ciencias (20%) se puede concluir que la formación inicial es el “reducto” de la preparación disciplinar y de la competencia pedagógica y didáctica para la enseñanza de la ciencia. Este hecho dificulta la introducción de estrategias novedosas fundamentadas teóricamente (por la didáctica) y contrastadas experimentalmente (mediante pruebas piloto).

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco de los proyectos Ayudas del Plan de Formación y de Investigación y Desarrollo (I+D) del Gobierno de Navarra (BON, 65/2006).

BIBLIOGRAFÍA

Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

García Barros, S. (2001). Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 433-452.

- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299–313.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. y Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory and practice. In S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers Mahwah.
- Malafosse, D. (2002). Pertinence des notions de cadre de rationalité et de registre sémiotique en didactique de la physique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(1), 31–76.
- Martínez, V. C. (2004). *Diseño de encuestas de opinión*. Madrid: RA-MA.
- Murphy, C., Neil, P. y Beggs, J. (2007). Primary science teacher confidence revisited: Ten years on. *Educational Research*, 49(4), 415–430.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid. Síntesis Educación.
- Sánchez, J. J. (2000). *La bondad de la encuesta: el caso de la no respuesta*. Madrid: Alianza Editorial.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

Validez del concepto de velocidad media en la enseñanza

Autores: * Jiménez Gómez, E., ** Fernández Durán, E. y * Solano Martínez, I.

* *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Murcia.* ejimenez@um.es; isolano@um.es

** *Departamento de Física Teórica y del Cosmos. Universidad de Granada.* efedu@ugr.es

RESUMEN

La expresión “velocidad media” definida como la “razón o cociente, entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo” aparece en todos los textos y en las monografías, que tratan sobre los movimientos y es usada profusamente en las aulas de enseñanza, tanto por parte de los docentes como en las tareas asignadas a los discentes. Sin embargo, en ninguna lista de magnitudes físicas aparece tal expresión. Además, muchos de estos textos no llegan a diferenciar entre velocidad y “velocidad media”. En el presente trabajo se realiza el análisis de la anterior expresión desde el punto de vista lingüístico y desde el punto de vista de su contenido. Además, a partir de dicho análisis se procede a establecer la correcta conceptualización de la magnitud física velocidad.

Palabras clave

Velocidad, velocidad media, magnitud física, conceptualización correcta.

INTRODUCCIÓN

En la mayor parte de los textos de física de ESO, Bachiller y enseñanza universitaria, aparece la expresión “velocidad media” y se enuncia su definición como la “razón o cociente, entre el espacio recorrido y el tiempo empleado en recorrerlo” (Fernández y Jiménez, 1995; Fernández, Solano y Jiménez, 2000).

Tal expresión es considerada en los textos mencionados como una “magnitud física” y de hecho, muchos de tales textos no llegan a diferenciar entre velocidad y “velocidad media”, pues definen la velocidad con el mismo enunciado antes expuesto para la “velocidad media”.

Es un hecho constatado que, en ninguna lista de las magnitudes físicas aparece la velocidad media como tal. Sin embargo, muchos docentes y autores, le otorgan dicha consideración, porque así resulta más fluida la rutina en la práctica de la enseñanza. Esto se debe a que tal enunciado para definir la “velocidad media” y la velocidad, permite asignar números, aunque éstos se asignen por convenio, y principalmente, porque permite simular que se establece la magnitud física velocidad. Esto es lo que ocurre cuando se indica, después de haber establecido la anterior definición, que la velocidad tiene carácter vectorial y que el mismo se simboliza con una flechita encima de la letra que simboliza a la anterior velocidad.

Hay dos maneras para establecer, de manera correcta, la magnitud física velocidad, aunque ambas son muy laboriosas y no muy ampliamente conocidas. La primera de ellas es seguir la serie de concepciones que corresponde a su desarrollo histórico. Este desarrollo histórico, no sólo no ha recibido la debida atención por parte de los físicos; sino que ha sido tergiversado e incluso negado. Así resulta que se le atribuye a Galileo el establecimiento de la velocidad, cuando lo único que

estableció fue, que las distancias horizontales recorridas por los móviles que caen por un plano inclinado están en proporción directa con las duraciones correspondientes, así como que las distancias verticales recorridas por los móviles que caen por planos inclinados son proporcionales a los cuadrados de las duraciones correspondientes (Galilei, 1890).

Los físicos nunca han tenido interés por la evolución histórica de los conceptos de su ciencia, como aparece expuesto en las dos obras consideradas como los ejes de la Ciencia Física, es decir, el Principia de Newton y la Mecánica Analítica de Lagrange. El principia de Newton se inicia con el poema de E. Halley, en el que expone con toda claridad la negación de la evolución histórica de los conceptos de la Ciencia Física en las Universidades de la Edad Media y esto a pesar de que el mismo Newton reconoció que sus logros se debían “a haber cabalgado sobre hombros de gigantes” (Newton, 1987). En el epitafio de Pope a Newton se manifiesta lo anterior con mayor rotundidad: “La naturaleza y sus leyes quedaban ocultas en la oscuridad. Dios dijo, sea Newton, y la luz se hizo”, lo que demuestra el desconocimiento de cómo las universidades de la “obscura” Edad Media, lograron salvar la barrera conceptual, que ha impedido, a todas las demás culturas, alcanzar lo que en la actualidad se conoce como ciencia (Truesdell, 1975).

Los historiadores de la época de Lagrange creían que los conceptos de Galileo habían nacido nada más que de su genio. De acuerdo con ello, Lagrange escribió en 1788: “La Dinámica se debe enteramente a los modernos, y Galileo es el que colocó sus primeros cimientos” (Truesdell, 1975). Esta visión simplista de la evolución histórica de los conceptos físicos, llevó a E. Mach un siglo más tarde, a no mencionar a ningún autor que viviera entre Arquímedes y Leonardo da Vinci. E. Mach no sólo minimiza la evolución de los conceptos físicos anterior a Newton, cuando escribe, “Newton descubrió la gravitación universal y completó el enunciado formal de los principios de la mecánica generalmente aceptados hoy en día”; sino que afirma que no ha habido evolución posterior cuando escribe: “No se ha enunciado ningún principio esencialmente nuevo desde su tiempo. Todo lo que se ha conseguido en mecánica desde entonces ha sido un desarrollo deductivo, formal y matemático basado en las leyes de Newton” y también afirma que no habrá evolución alguna posterior cuando escribe: “Los principios de Newton bastan por sí mismos, sin la necesidad de introducir nuevas leyes, para explorar en detalle todo fenómeno mecánico que ocurre en la práctica” (Truesdell, 1975). Además de esta predisposición de los físicos y de los historiadores, a negar la evolución histórica de los conceptos físicos, los pocos relatos de la historia de la ciencia, que se usan en la enseñanza, se relatan con una enorme carga emocional, que los convierte en “milagrosos”, como ocurre con el relato sobre la corona del rey Herón y cuya ejecución se atribuye a Arquímedes (Thompson, 2008).

El conocimiento científico desarrollado por los escolásticos, en las vilipendiadas universidades de la Edad Media, ha sido la puerta que ha permitido a la humanidad establecer lo que en la actualidad se conoce como Ciencia (Duhem, 1989; Fernández, Jiménez y Solano, 2008b). La importancia de dicha gesta reside en que es la única puerta que lleva a la Ciencia, es decir, a un conjunto de conceptos estructurados y delimitados hasta permitir su determinación numérica. Esta ciencia se diferencia del conocimiento acumulado por otras culturas, por su estructura ya que ésta permite concepciones en las fenomenologías de complejidad creciente. Sin embargo, llegar a conocer las concepciones desarrolladas por los escolásticos era y es una ardua tarea intelectual, que está sólo al alcance de unos pocos. Bastantes fueron los que, a pesar de intentarlo, no llegaron a la comprensión correcta de las concepciones científicas de los escolásticos, pero sus opiniones ensalzadas y adecuadas a gobernantes y magnates, les proporcionaron rentabilidad y fama, que aún perdura. El prototipo de estos últimos es Leonardo da Vinci, pues ninguna de las máquinas que construyó llegó a funcionar y las que aparecen en sus notas presentan graves carencias; mientras que las de su maestro Martini funcionaron y sus diseños son correctos (Truesdell, 1975).

La segunda manera de establecer la magnitud física velocidad es a partir de la magnitud física posición (Fernández, 1987; Fernández, Jiménez y Solano, 1997). Sin embargo, la posición, a pesar de ser una magnitud básica y fundamental, no está aceptada de manera oficial como tal y aún resulta usual encontrarla con la denominación de “vector de posición”. Esto es debido a que esta magnitud integra la orientación con la distancia entre el punto que representa al móvil y el punto que representa al observador. La representación de un móvil por un punto es un dogma aceptado por todos los estudiosos en la actualidad, porque ello resulta mucho más económico mentalmente, que llegar a conocer las condiciones en que tal representación se puede justificar. Por otro lado, el lenguaje de la física no ha logrado simbolizar de manera adecuada las magnitudes que integran la orientación como variable. Esto ha llevado a ciertos estudiosos a afirmar, que la orientación es una magnitud física trivial; pero la orientación es la variable fundamental de todo móvil que sigue una trayectoria. La gran mayoría de los movimientos no poseen trayectoria y aquí se incluyen la mayoría de las traslaciones. Los movimientos que poseen trayectoria sólo pueden ser de dos clases. La de los que se les impone una trayectoria dada, por ejemplo la vía que se impone a los trenes, la carretera que se impone a los automóviles, el río que se les impone a las aguas para que fluyan, la trayectoria impuesta a los planetas, etc. La otra clase de movimientos que posee trayectoria es la de aquellos que la poseen de manera intrínseca. Esta clase de movimientos que posee trayectoria intrínseca está delimitada, porque los caminos de todos los puntos, que se quieran imaginar en el cuerpo móvil, tienen que ser segmentos lineales iguales. Cuando todos los puntos del cuerpo móvil describen caminos iguales, se puede tomar un representante de dicho conjunto y a tal representante se le denomina trayectoria. La subclase más sencilla de esta clase de movimientos con trayectoria, son los movimientos rectos. Afirmer que la orientación es trivial, es como admitir, que un tren seguiría moviéndose como tren, a pesar de que se le sacase de las vías, que los coches seguirían moviéndose como coches por cualquier superficie terrestre (aunque no hubiese carreteras) o que los planetas curvarían su trayectoria aunque no hubiese astro central.

CONSIDERACIONES LINGÜÍSTICAS SOBRE LA ANTERIOR DEFINICIÓN

No cabe duda que el vocablo espacio es distinto del vocablo superficie y del vocablo longitud. También es evidente, que el contenido del vocablo espacio no coincide con el contenido del vocablo volumen. Todo espacio concreto posee una figura tridimensional y un tamaño, que es el valor correspondiente a su figura (el volumen es el número de la capacidad de una figura sin relación a ella). La figura de todo espacio concreto es una estructura tridimensional de orientaciones y cuando esta estructura es simple, a la figura se le denomina forma. Se le denomina forma, porque la sencillez de su estructura de orientaciones permite su identificación, su asociación con otras similares, su transición, etc., y, lo más importante, las distancias asociadas a las orientaciones de la estructura, permiten calcular su volumen.

Resulta evidente que el enunciado de la “velocidad media” no se refiere al espacio; sino a la distancia recorrida por un móvil. Aunque esto también es evidente para docentes y autores, resulta singular que en este enunciado persista el vocablo espacio. La justificación de esta persistencia, se podría achacar a la indolencia; pero quizás haya otra justificación más básica, porque una cosa es evaluar el movimiento a partir de un segmento lineal y otra muy distinta identificar el movimiento.

No cabe duda que el movimiento de un elefante es distinto del movimiento de la garrapata que lleva pegada en su lomo; aunque ambos se evalúen a partir del mismo segmento lineal que corresponde a las trayectorias que se les asignan. El movimiento del elefante es la suma de todos los lugares ocupados por dicho elefante cuando se traslada de un lugar dado a otro también dado. El movimiento de la garrapata será la suma de todos los lugares ocupados por la garrapata cuando se traslada de un lugar dado a otro. Lo anterior implica, que el movimiento del elefante es un cilindro que incluye junto a sus posiciones inicial y final, toda la serie de posiciones del elefante que hay

entre ellas. Y que el movimiento de la garrapata será el cilindro que incluye junto a las posiciones inicial y final de la garrapata, todas las posiciones intermedias entre las mencionadas. Luego el segmento espacial que barre el elefante es mucho mayor que el segmento espacial barrido por la garrapata (el movimiento del elefante es mucho mayor que el de la garrapata). Esta concepción del movimiento, como suma de los lugares ocupados por el cuerpo que se desplaza ya sea entre dos lugares dados o entre dos instantes dados (Fernández, Jiménez y Solano, 2004), está acorde con la evolución mental y la información natural (¡ay del que se encuentre dentro del movimiento del toro!), justificando la persistencia del vocablo espacio en los enunciados de la velocidad.

La ausencia de la anterior concepción de movimiento en los textos ha propiciado, que se trate de sustituir con definiciones sin base y sin justificación. El contenido de estas definiciones se puede resumir así: “movimiento es el cambio de posición respecto a un sistema de referencia”. Carecen de base o fundamento, porque no se establecen los criterios para que un móvil se represente por un punto, porque no se establece la posición como magnitud física, porque toda posición debe estar referida a un sistema de referencia y porque los cambios de posición pueden ser finitos o infinitesimales, longitudinales o temporales. Carecen de justificación, porque los cambios longitudinales de posición, se denominan desplazamientos, y los cambios temporales de posición son duraciones del movimiento. En todo movimiento hay cambio de posición, pero este cambio de posición no es el movimiento (toda persona tiene nombre, pero el nombre no es la persona).

También procede hacer una consideración lingüística sobre el vocablo tiempo, porque es evidente, que el contenido del vocablo tiempo es ambiguo, tanto en su uso coloquial como en su uso científico. Desde el punto de vista coloquial el vocablo tiempo se usa para designar la fenomenología climatológica, así “buen tiempo”, “tiempo lluvioso”, etc., y en general, su uso lleva siempre una carga emocional, “tiempo de carnaval”, “tiempo de penurias”, etc. Desde el punto de vista de la ciencia, el tiempo se reduce a lo que miden los relojes; pero siempre está subordinado a su pobre conceptualización (Fernández, Jiménez y Solano, 2001). Así en la frase de la definición “el tiempo empleado”, el tiempo aparece como si fuese algo de lo que se puede disponer, es decir, como un alimento, una ropa, una pintura, etc. Sin embargo, es el tiempo ese algo que dispone de todo lo demás, nada escapa a su devenir y por esto todo envejece. Ningún intervalo de tiempo puede ser igual a otro, porque sus instantes son singulares y únicos, ya que el universo que corresponde a uno de sus instantes es distinto del que corresponde a cualquier otro instante. Sin embargo, todos los instantes poseen una característica común, que es su duración. La duración de un número dado de instantes es siempre la misma, aunque tales números de instantes se tomen a partir de instantes distintos. Esto es lo que miden los relojes, es decir, la parte común a números de instantes dados, ya sean por la mañana, por la noche, en invierno, en verano, en el mar, en lo alto de una montaña, en las fiestas, en el trabajo, en las siembras, en las recolecciones, etc.

Hay una clase de movimientos en los que el “módulo de la velocidad” equivale a “la razón entre la distancia recorrida por cualesquiera de los puntos de un cuerpo y la duración entre los instantes en que se inició y terminó, la medida de la distancia”. Pero esto implica dejar de lado el problema que presenta la orientación y todo un conjunto de restricciones y concepciones, sobre el movimiento, necesarias para poder seleccionar aquellas variables que permiten identificarlo, porque son sus magnitudes. Conviene aclarar que magnitudes son aquellas variables que delimitan y determinan, la identidad de los cuerpos, la identidad de los estados fenomenológicos y la identidad de los cambios de estados fenomenológicos (Fernández, Jiménez y Solano, 2008a).

CONTENIDO DE LA ANTERIOR EXPRESIÓN “VELOCIDAD MEDIA”

Tal expresión carece de delimitaciones. Para que se comprenda la falta de información que tiene tal expresión conviene poner un símil. Imaginemos convenida la “velocidad con la que una persona compra con su dinero” como “la razón entre la cantidad de dinero gastado en compras y la duración

que hay entre el instante en que dicha persona sale de su casa y el instante en que vuelve a su casa”. La primera falta de delimitación que hay en dicho enunciado es, que no se conoce cuanto dinero posee dicho hombre ni cuanta duración va a estar fuera de su casa. De manera similar, no se conoce cuánta potencialidad de movimiento posee el móvil al que hace referencia tal expresión ni ¿cuál? será la duración de dicho movimiento. Para tratar de minimizar esta falta de delimitación en preguntas acerca de ella, se usa el contexto, así se dice: “la velocidad de un móvil que va de Granada a Madrid es, de 50km/h”. Esto es similar a decir “la velocidad de un comprador que va a comprar a un supermercado es de 50€/h”; porque de la misma manera que no se sabe a qué tipo de supermercado va el comprador, tampoco se sabe el camino que seguirá el móvil para ir de Granada a Madrid (depende de que el móvil sea un tren, un automóvil, un globo, un avión, un caballo, etc.). Se puede afinar más con el contexto mencionando que el comprador va a comprar comida, lo que se hace al sustituir el vocablo móvil, por el que establece el tipo de móvil (un coche va de Granada a Madrid a 50km/h); pero de la misma manera, de nuevo no se sabe la clase de comida que va a comprar dicho comprador (dulces, carnes, embutidos, lácteos, legumbres, frutas, frutos secos, fruta exótica, etc.), tampoco se sabe la carretera que seguirá el coche. Se puede establecer una delimitación aún mayor en el contexto así: el comprador va a comprar productos lácteos y el similar sería el coche va por la autovía Granada-Bailén-Madrid. Pero de nuevo no se sabe cuáles productos va a comprar (leche, yogur, queso, natillas, batido, etc.) y de manera similar no se sabe si el coche sufrirá averías, caravanas, detención por huelguistas, etc. Aún se puede forzar más la delimitación y exponer que el comprador va a comprar leche, pero de nuevo no se sabe si va a comprar la leche del día, si es para una semana, si es para la fiesta que va a dar, etc. Tampoco se sabe si el movimiento del coche va a ser regular o irregular.

Además de la anterior carencia de información, hay otra carencia en dicha expresión, la de no especificar si su contenido antecede al movimiento, si lo sucede o si acontece con él. Si se supone que antecede al movimiento, en general será falsa y sin carácter científico, porque tiene poca probabilidad de cumplirse. Si se supone que acontece con el o sucede al, movimiento implica que el movimiento fue regular, lo que es diametralmente opuesto a la concepción de “velocidad media”.

La “velocidad media” no es una magnitud física, porque no identifica ni al móvil (el móvil se identifica por su inercia y su posición), ni a los estados de movimiento (los estados de movimiento se identifican por la velocidad, la velocidad areolar, el potencial dinámico, el momento lineal, el momento angular y la energía dinámica) ni a los cambios de estado de movimiento (los cambios de estado de movimiento se identifican por la aceleración, la aceleración areolar, la potencia cinemática, la fuerza dinámica, el momento de la fuerza dinámica y la potencia dinámica) (Fernández, 1987).

CORRECTA CONCEPTUACIÓN DE LA MAGNITUD FÍSICA VELOCIDAD

La magnitud física Velocidad identifica los estados de movimiento de los cuerpos (Fernández, Jiménez y Solano, 2008a). Cuando su valor es constante indica que el estado de movimiento persiste. Este contenido informativo es el que se extrapola en la Primera Ley del Movimiento, que se enuncia así: “El movimiento recto de todo cuerpo aislado, persiste idéntico a sí mismo”. La persistencia de estas identidades de movimiento se denomina estado. El reposo es el estado nulo de movimiento. Todo movimiento no recto de un cuerpo aislado, no será estado, porque dicho movimiento no persistirá idéntico a sí mismo. El cociente entre la distancia recorrida y la duración correspondiente, identifica a los estados de movimiento y por ello es una magnitud física a la que se denomina velocidad.

El concepto de velocidad se puede extrapolar a otros movimientos no rectos; pero con dos condiciones. La primera es que los movimientos de todos y cada uno de los puntos, que se quieran

imaginar en el móvil, deben ser segmentos lineales iguales (en figura y en longitud). La segunda es que el cociente anterior debe integrarse con la variable orientación.

Las concepciones de ambas condiciones presentan arduas dificultades que no están al alcance de todos. Prueba de esto es que los primeros enunciados de la Primera Ley del movimiento son difícilmente reconocibles y que los actuales conservan el nivel que Newton le dio (Fernández, Jiménez y Solano, 2002, 2008a). Este nivel es animista (en el enunciado de Newton, los cuerpos perseveran y poseen el estado de reposo, así como el de movimiento: “Todo cuerpo persevera en su estado de...”) y establece una identificación dudosa de los estados de movimiento (en el enunciado de Newton hay un estado de reposo, pero duda de los estados de movimiento: “...su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo...”). Si los hubiese concebido sin duda alguna, habría escrito “...su estado de reposo o de movimiento...”), por esto tiende a reforzar la identidad de los estados con información de sus cambios (en el enunciado de Newton “...a no ser que sea obligado por fuerzas impresas a cambiar su estado”; pero esta información es parte de la segunda ley del movimiento).

BIBLIOGRAFÍA

- Duhem, P. (1989). *Le Système du Monde. Histoire des Doctrines Cosmologiques de Platon a Copernic*. París : Hermann, éditeurs de sciences et des arts.
- Fernández Durán, E. (1987). *Física Estructural y Compendiada*. Granada: Universidad de Granada.
- Fernández Durán, E. y Jiménez Gómez, E. (1995). Los valores promedios en Física: la velocidad media, en L. Hernández y E. Jiménez (edts.), *La Didáctica de las Ciencias Experimentales a debate* (pp. 114-121). Murcia: Universidad de Murcia.
- Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (1997). Análisis del concepto de posición en la Enseñanza Obligatoria Básica, en R. Jiménez y A.M. Wamba (edts.), *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.135-143). Huelva: Universidad de Huelva.
- Fernández Durán, E., Solano Martínez, I. y Jiménez Gómez, E. (2000). La divulgación frente a la terminología científica: un ejemplo concreto, en E. Páramo (edt.), *Comunicar la Ciencia en el siglo XXI. Libro II* (pp 244-248). Granada: Parque de las Ciencias y Proyecto Sur de Ediciones.
- Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2001). Introducción a una terminología unívoca sobre el tiempo, en M. Martín y J.G. Morcillo (edts.), *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 365-372). Madrid: Nivola.
- Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2002). La Primera Ley de la Dinámica, en N. Elórtgui Escartín y otros (edts.), *Relación Secundaria Universidad. XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 615-623). La Laguna: Universidad de La Laguna.
- Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2004). Sobre el concepto de movimiento, en P. Díaz y otros (edts.), *La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea* (pp.515-520). San Sebastián: Universidad del País Vasco.
- Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2008a). Contexto histórico de la Primera Ley de la Dinámica, en M.R. Jiménez (edt.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 574-582). Almería: Universidad de Almería.
- Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2008b). El concepto de movimiento de los escolásticos del siglo XIII, en M.R. Jiménez (edt.), *Ciencias para el mundo*

contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales (pp. 688-695). Almería: Universidad de Almería.

Galilei, G. (1890). *Le Opere, Edizione Nazionale* (20 vols.). Florencia: Antonio Favaro.

Newton, I. (1987). *Principios matemáticos de la Filosofía Natural. I. Introducción y libro I*. Madrid: Alianza Editorial.

Thompson, F. (2008). Archimedes and the goleen crown. *Physics Education*, 43(4), 396-399.

Truesdell, C. (1975). *Ensayos de la Historia de la Mecánica*. Madrid: Tecnos.

PERCEPCIONES DE LOS FUTUROS MAESTROS DE PRIMARIA EN TORNO A LOS MODELOS ANALÓGICOS COMO RECURSO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Jiménez-Tenorio, N., Macías, C., Navarrete, A. y Oliva, J.M^a

*Departamento de Didáctica, área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Cádiz. España. natalia.jimenez@uca.es*

RESUMEN

En esta comunicación se analizan las percepciones de 47 alumnos de tercer curso de la Diplomatura de Maestro de Educación Primaria, en torno a la utilidad de diversos modelos analógicos empleados en su formación en el ámbito del fenómeno de las estaciones. Los resultados obtenidos muestran que los modelos analógicos empleados en el proceso formativo fueron por lo general bien valorados por los alumnos, si bien en muchos casos los participantes solo llegaron a percibir parcialmente la intencionalidad didáctica de los mismos.

Palabras clave

Fenómeno de estaciones; formación inicial de maestros; modelización; modelos analógicos; percepciones.

INTRODUCCIÓN

Dentro del repertorio de recursos que solemos emplear los profesores de ciencias, los modelos analógicos desempeñan un papel crucial como mediadores entre los modelos científicos, las concepciones iniciales de los alumnos y su realidad cercana y tangible. Las investigaciones realizadas se han centrado en constatar el valor de estos recursos en la cognición de los alumnos, así como en justificar su interés tanto desde la perspectiva de los investigadores como de los propios profesores. Sin embargo, se ha puesto escasa atención en constatar su incidencia en el ámbito afectivo de los alumnos y en cómo estos experimentan su participación en actividades que recurren a este tipo de herramientas. En esta comunicación se analizan las percepciones de futuros maestros de Primaria sobre la utilidad de estos recursos en su formación científica, así como sobre su potencial interés para la formación de alumnos de Primaria. El dominio de conocimientos empleados como objeto de estudio ha sido el fenómeno de las estaciones, un tópico ampliamente empleado como foco de aprendizaje en la formación de maestros, reiteradamente estudiado a lo largo del curriculum escolar tanto en la Educación Primaria como en Secundaria, y objeto de estudio también en numerosas investigaciones (Vega, 2001; Navarrete, 2004)

MARCO TEÓRICO

Desde el punto de vista educativo, los modelos desempeñan un papel primordial en la enseñanza de las ciencias (Gilbert, Boulter y Rutherford, 1998; Halloun, 2004). En unas ocasiones, estos se proporcionan directamente, en formato declarativo, mediante una

representación simplificada y adaptada a la edad del modelo científico. Pero normalmente se acompañan además de recursos que ayudan a su asimilación, como dibujos, maquetas, modelos mecánicos, metáforas, analogías, simulaciones, etc. Tales elementos actúan como mediadores entre los modelos y la comprensión previa de los alumnos acerca del mundo, y son lo que Justi (2006) denomina “modelos para la enseñanza”. En cualquier caso, el contexto didáctico obliga a que los modelos científicos no puedan ni deban enseñarse en estado puro, sino que, como todo conocimiento científico, tengan que adaptarse, presentarse e incluso reestructurarse en un formato distinto acorde con la ciencia escolar (Izquierdo, 2005).

Desde esta intencionalidad, Harrison y Treagust (2000) realizaron una taxonomía de modelos empleados en la clase de ciencias, entre los que figuraban los “modelos analógicos escolares”. Son “escolares” en la medida en que son modelos especialmente diseñados y contruidos para que el profesor ayude a sus alumnos a aproximarse al modelo científico. Y podemos hablar de “analógicos” en la medida en que se encuentran generalmente basados en analogías (Chamizo, 2010). Ejemplos de ellos los encontramos para la clase de ciencias en recursos tales como las analogías que recogen muchos libros de texto, los modelos moleculares de bolas, las maquetas del cuerpo humano o del Sistema Solar, o incluso los modelos a escala. Muchos de ellos, como puede comprobarse, se concretan en algún tipo de representación material que posibilita su observación directa, su manejo e incluso, en ocasiones, su manipulación en formato y tiempo real.

El uso de estos recursos se encuentra ampliamente extendido en las clases de ciencias y en los libros de texto, de ahí que hayan sido objeto de análisis e investigación en la educación científica del alumnado de distintos niveles educativos y en la formación del profesorado, sobre todo como herramienta de aprendizaje de tipo conceptual (Dagher, 1994) o para el desarrollo de la competencia de modelización (Oliva y Aragón, 2009). Sin embargo, ha sido menor el número de trabajos desarrollados desde la perspectiva de la dimensión actitudinal y afectiva, analizando, por ejemplo, el valor que para el alumnado ostenta en su proceso de construcción de conocimientos. En particular se ha dedicado una escasa atención al estudio de las percepciones y opiniones de futuros maestros en torno a la utilidad de los mismos como recurso de aprendizaje, así como en relación a su posible proyección para la educación científica de futuros alumnos de Primaria. De ahí que este estudio pretenda adoptar esta otra perspectiva al objeto de triangular otros puntos de vista ya ampliamente contemplados en estudios anteriores.

EL ESCENARIO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se ha realizado en el ámbito de un proceso formativo dirigido a futuros profesores de Primaria, dentro de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su didáctica, de tercer curso de la Diplomatura de Maestro en la especialidad de Educación Primaria de la Universidad de Cádiz. El diseño del proceso formativo se enmarca dentro del ámbito general del proyecto curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar) (Porlán, 1993; García et al., 2001), desde el que se pretende la transformación progresiva de la escuela a través del desarrollo personal y grupal de alumnos y profesores. La investigación, tanto en alumnos como en profesores, se concibe como un principio didáctico bajo perspectivas complementarias e integradoras: sistémica y compleja, constructivista y crítica.

En este contexto, como formadores, hemos observado que la mayoría de alumnos no disponen de conocimientos aceptables para explicar determinados fenómenos cotidianos, como es el fenómeno de las estaciones, y suelen mostrar serias dificultades

para reelaborarlos cuando son objeto de enseñanza en las aulas formativas (Parker y Heywood, 1998). Para movilizar dichas ideas se plantea una experiencia de aprendizaje que responde a una estrategia de intervención basada en la vivencia de los propios alumnos, futuros profesores, teniendo ocasión de participar como aprendices en propuestas innovadoras y de reflexión (Navarrete, 2004). En ella, los modelos analógicos suponen recursos diversos y reiterados que se emplean en distintas fases del proceso de enseñanza-aprendizaje (Anexo).

Esta experiencia, enmarcada como momento 2, de los 4 en que se articula la estructura didáctica de la asignatura, consta de 3 fases:

-1ª Fase-. Trabajo con las ideas o concepciones de los futuros maestros. En esta primera parte se pretende que los futuros maestros tomen conciencia de lo que saben y de la validez de ese conocimiento para dar respuesta a los hechos cotidianos que les proporciona la realidad. 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 enunciado de las cuestiones o problemas a resolver lleva aparejado el de las hipótesis para darle solución y el correspondiente diseño experimental para su comprobación. En ocasiones, al estar experimentando con los modelos de plastilina que construyen al efecto o con dibujos realizados ad-hoc para explicar un determinado hecho, 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, pelotas de diferente tamaño, rotuladores, cinta métrica, etc.

-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 que elaboren sus conclusiones explicitando el modelo construido.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El problema objeto de investigación podría formularse de la siguiente manera:

¿Qué percepciones tienen los futuros maestros en torno al valor y la utilidad de los modelos analógicos empleados en el proceso formativo que han vivido y con vistas a su futura actividad docente?

Más concretamente las cuestiones de investigación son las siguientes:

1. ¿Qué valor asignan a estos recursos desde el punto de vista de su propia formación científica?
2. ¿Qué valor les asignan con vistas a la formación de sus futuros alumnos de Primaria?
3. ¿En qué medida guardan relación unas valoraciones y otras?

El estudio se ha realizado sobre el grupo clase del curso 2011-2012, compuesto por alumnos futuros maestros, de edades mayoritariamente comprendidas entre los 20 y los 23 años. Catorce grupos de trabajo de aula formado por 4 o 5 sujetos realizaron una experiencia de aprendizaje durante ocho días (16 h), en torno a los movimientos relativos del sistema Sol-Tierra, integrada en un proceso formativo como el descrito en el apartado anterior.

El instrumento utilizado para recoger la información necesaria para la presente investigación ha sido un cuestionario. Este pretendía valorar las apreciaciones de los futuros maestros en torno a ocho de los modelos analógicos empleados en el aula (Anexo).

Los alumnos debían realizar una valoración según una escala Likert de cinco niveles (1 = Nada, 2 = Poco, 3 = Regular, 4 = Mucho, 5 = Imprescindible), primero en torno a la utilidad del recurso para su propio aprendizaje, y segundo con vistas a su potencial interés para el aprendizaje de sus futuros alumnos de Primaria. Así mismo, debían de justificar las valoraciones efectuadas apuntando argumentos y razones sobre las mismas. El cuestionario fue cumplimentado por 47 estudiantes que participaron en el proceso formativo, justo al finalizar el primer cuatrimestre, momento en el que se había concluido el proceso formativo en torno al fenómeno de las estaciones.

Se ha realizado un análisis cuantitativo de las valoraciones efectuadas y un estudio cualitativo de los argumentos expuestos para cada uno de los ocho modelos valorados. En el primer caso hemos reagrupado las valoraciones proporcionadas en la escala Likert adaptándola a solo tres niveles: “útil” (5, 4), “indeciso” (3), “no útil” (2, 1), a partir de aquí se realizó un análisis descriptivo de frecuencias para la valoraciones de cada uno de los modelos analógicos.

Con vistas al análisis cualitativo se elaboró un sistema de categorías que contemplaba el sentido atribuido a cada uno de estos recursos: metacognitivo, proyección didáctica, contenidos implicados, cuestionamiento de su interés y otras.

RESULTADOS

Los datos obtenidos revelan valoraciones altas por lo general de estos recursos tanto desde el punto de vista de su experiencia personal de aprendizaje como por su proyección didáctica para futuros alumnos de Primaria (Tabla 1).

Modelo	Valoración de su utilidad en el propio aprendizaje (%)			Valoración de su utilidad de sus futuros alumnos de Primaria (%)		
	No útil	Indeciso	Útil	No útil	Indeciso	Útil
1	25	32	43	9	26	65
2	26	38	35	19	28	53
3	11	9	80	15	24	61
4	13	19	68	2	17	80
5	0	2	98	0	2	98
6	2	6	91	4	4	91
7	21	29	50	17	25	57
8	11	7	82	5	5	90

Tabla 1. Valoraciones de los futuros maestros en torno al interés y utilidad de los modelos analógicos empleados.

Al objeto de ahondar en el tipo de razones empleadas por los participantes para hacer estas valoraciones recurriremos a los argumentos esgrimidos como parte de la justificación de sus respuestas. Una parte importante de las mismas fueron de carácter metacognitivo, por cuanto en ellas se enjuiciaba aspectos relacionados con los mecanismos internos que los participantes percibían que movilizaban al emplear estos recursos:

“He aprendido a observar mejor y comprender el concepto Sol-Tierra y a ver su forma a través de los materiales” (modelo 1, alumno 34).

“A este recurso como el anterior le dimos mucho uso y lo consideramos útil, ya que nos acercaba a la realidad” (modelo 6, alumno 3).

“Me ha servido para darme cuenta que dependiendo de la perspectiva que utilices veré todos los elementos de una u otra forma y dependiendo de cómo vea esta elipse la veré ovalada, recta como una línea...el hula hop es lo más eficaz para ver perspectivas.” (modelo 4, alumno 6).

Como puede verse, los argumentos se mueven en la línea de considerar que estos recursos les ayudaron a comprender mejor los fenómenos objeto de estudio, por el hecho que le acercaban a la realidad que estaban estudiando y por la posibilidad que brindaban de visualizar, e incluso manejar, situaciones que de otra forma serían inaccesibles.

Se aprecia, no obstante, que la utilidad percibida dependía de unos casos a otros, siendo aquellos que implicaban la simulación con el globo terráqueo y el flexo, o el dibujo a escala de la elipse, los que mejores actitudes despertaban. De hecho, la mayoría de los modelos restantes permitían abordar solo aspectos parciales del fenómeno objeto de estudio (formas, tamaños, distancias...):

“Con esto podemos representar el eje de rotación de la Tierra” (modelo 1, alumno 7)

“Con ella aprendí mejor las escalas y me hice una idea aproximada del tamaño de ambos [Tierra y Sol]” (modelo 2, alumno 36).

Sin embargo, las actividades que recurrían al globo terráqueo ostentaban un sentido más holístico al permitir articular más variedad de conceptos y procesos:

“Me ha servido bastante, ya que estos dos elementos he observado cómo ocurren las estaciones y cómo cambia de una a otra...El día y la noche, el ver cómo en los Polos se da los 6 meses de día y 6 meses de noche” (modelo 6, alumno 6).

“Entender por qué los días tarda más o menos según la estación, además de entender por qué en los solsticios en los Polos hay 24 horas de día o de noche” (modelo 6, alumno 42).

Así mismo, concurría en este mismo caso la circunstancia de que el análogo guardaba un mayor parecido o semejanza respecto al objeto real analizado. En este sentido, hemos de recordar que la bibliografía existente muestra que las analogías más potentes parecen ser, al menos en algunos casos, aquellas que combinan similitudes de tipo profundo con semejanzas en la apariencia física de los sistemas que se comparan (Holyoak y Koh, 1987).

En el caso del dibujo a escala de la elipse, la alta valoración para el aprendizaje propio probablemente se deba a que dicha actividad marcó un hito en el proceso formativo, originando situaciones de conflicto conceptual que intentaban desestabilizar la idea de distancia de los alumnos para explicar las estaciones, al comprobarse in situ la proximidad de la órbita a una trayectoria circular.

“La construcción de la órbita nos costó bastante trabajo porque creíamos que lo estábamos haciendo mal, porque siempre nos quedaba redonda y teníamos metido en la cabeza que la órbita era una elipse bastante acentuada. Hasta que nos dimos cuenta que la órbita es casi circular” (modelo 3, alumno 12).

Junto a valoraciones positivas, dentro de las que estuvieron la mayoría, encontramos sin embargo también respuestas que cuestionaban la utilidad de algunos de los modelos manejados, o por lo menos que valoraban de una forma más crítica sus aportaciones:

“Los primeros juegos no me resolvieron las dudas con las que me encontré, ya que me llevaron al error, pensando que el eje cambiaba” (modelo 1, alumno 39).

“Demasiado complejo, nos costó realizarla bastante aunque el resultado en realidad fue bueno, pero es algo un poco difícil para hacer los niños” (modelo 3, alumno 23).

“La representación para conocer los tamaños, aunque visual, creo que te permite conocer realmente la diferencia. Es necesario verlo como en la foto del Power-point final para hacerte una idea de la insignificancia de la Tierra con respecto al Sol” (modelo 2, alumno 24).

“No le he visto apenas utilidad salvo para corroborar mis hipótesis y sin llega a encender el flexo” (modelo 6, alumno 26).

Por otro lado, los datos obtenidos muestran un alto nivel de correspondencia entre las valoraciones del recurso en el proceso propio de aprendizaje y las que proyectan para el aprendizaje de sus futuros alumnos. Dicha correspondencia se manifiesta en niveles altos de concordancia entre los niveles de utilidad señalados para ambos casos, y por valores que van de moderados a altos en la prueba de Tau-b de Kendall para la correlación entre variable ordinales.

Además, para la mayoría de los modelos se aprecia un mayor interés didáctico con vistas a alumnos de Primaria que para su propia formación científica, marcándose diferencias que llegan a ser estadísticamente significativas en los modelos 1, 2 y 4 (Prueba de Wilcoxon). Probablemente este aumento en la utilidad percibida se deba a que los futuros maestros son conscientes de que estos recursos permiten visualizar y hacer concreto, razonamientos que de otra manera podrían exigir altas cotas de pensamiento formal, con lo cual serán los alumnos pequeños los que saldrían más beneficiados. La excepción se encuentra en el modelo 3 en el que se aprecia un efecto contrario, debido posiblemente a que los participantes estiman que esta es una actividad excesivamente compleja para alumnos de Primaria.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que los modelos analógicos empleados en el proceso formativo fueron por lo general bien valorados por los alumnos, sin bien en muchos casos los participantes solo llegaron a percibir parcialmente la intencionalidad didáctica de los mismos. En este sentido hay que decir que, en sus argumentos, solían explicitarse razones de distinto tipo sobre las que descansaban las valoraciones, algunas de las cuales hacían referencia a mecanismos de aprendizaje puestos en juego (metacognitivos), otras a contenidos concretos a los que facilitaba el acceso, e incluso otras con una mayor orientación didáctica con la vista puesta en su proyección sobre potenciales alumnos futuros de Primaria. No obstante, una parte importante de los argumentos resultaban incompletos y parciales, algunos de ellos de naturaleza superficial y otros muchos de naturaleza confusa que revelaban dificultades de expresión.

No obstante, la esencia misma de lo que supone trabajar con modelos analógicos y sus posibles beneficios, sí parece ser comprendido por el alumnado, dado que la mayoría los conciben como herramientas útiles para superar las barreras de abstracción, haciendo que el fenómeno estudiado se manifieste en objetos reales que podemos ver y tocar, y no solo imaginar. De ahí que estos recursos sean todavía mejor valorados desde el punto de vista de su proyección para el aprendizaje de niños pequeños.

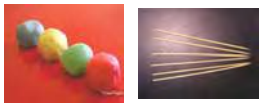







Además, también se denota la sensibilidad para distinguir cuándo el modelo analógico empleado resulta útil para la asimilación de aspectos parciales del fenómeno de las estaciones o cuando lo es para una comprensión más global del fenómeno que sea capaz de articular distintos mecanismos y contenidos simultáneamente, o que incluso, ayude a

una reestructuración profunda de los conocimientos de partida a partir de situaciones de conflicto cognitivo.

REFERENCIAS

- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 26-41. En línea en: <http://hdl.handle.net/10498/9861>.
- Dagher, Z. A. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change? *Science Education*, 17, 295-310.
- García, F. F., Porlán, R., Rivero, A., y Ballenilla, F. (2001). Red para la investigación y renovación escolar (Red-IRES, España). In R. Porlán, A. Flores y M. D. Arias (Ed.), *Redes de maestros: una alternativa para la transformación escolar*. Sevilla, Díada.
- 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. (2004). *Modeling Theory in Science Education*. London. Kluwer Academic Publishers.
- Harrison, A. G., y Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Holyoak, K. J., y Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 15, 332-340.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- Navarrete, A. (2004). *Obstáculos y dificultades en la evolución de las estructuras conceptuales y epistemológicas de los futuros maestros: Un estudio de casos sobre el fenómeno de las estaciones*. Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias de la Educación, España. Publicada por ProQuest ISBN: 84.7786-285-0, UMI, nº 3107335.
- 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), pp. 195-208.
- Parker, J., y Heywood, D. (1998). The earth and beyond: developing of primary teachers' understanding of basical astronomical events. *International Journal Of Science Education*, 20(5), 503-520.
- Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada.
- Vega, A. M. (2001). *Sol y Luna, una pareja precopernicana. Estudio del día y la noche en Educación Infantil*. Universidad de la Laguna, Centro Superior de Educación, España.

Anexo. Características y propósitos de los ocho modelos analógicos objeto de estudio.

Modelo analógico	Descripción	Propósito
 <p>Juego con plastilina y palillos</p>	<p>Primeros juegos representativos utilizando como materiales plastilina y palillos.</p>	<p>En la 1ª fase del desarrollo de la experiencia se procura materializar las ideas personales y el contraste de las mismas. Los elementos que se ponen en juego principalmente son: el eje de rotación, su inclinación, permanencia o no de ésta en la traslación y la posición relativa entre el Sol y Tierra.</p>
 <p>Modelización tamaños y distancia Sol y Tierra</p>	<p>Escenificar por medio de las bolas de plastilina la proporcionalidad de tamaños y distancias.</p>	<p>A partir de aquí se entra en la 2ª fase, de experimentación. Se intenta dar respuestas a los incipientes problemas formulados en la 1ª fase que son reformulados una y otra vez a través de tentativas experimentales. Se pretende tomar conciencia del enorme tamaño del Sol respecto a la Tierra, de la distancia entre ellos y comenzar a concebir los rayos del Sol al llegar a la Tierra como haces paralelos.</p>
 <p>Dibujo órbita terrestre</p>	<p>Dibujar, utilizando papel, lápiz, chincheta e hilo, la órbita de la Tierra alrededor del Sol a escala.</p>	<p>Visualizar la órbita elíptica que describe la Tierra alrededor del Sol pero en su verdadera proporción, es decir, como una elipse poco excéntrica. Ello produce un fuerte contraste con la idea original que manejan de una órbita "ovooidal" o de una elipse muy excéntrica.</p>
 <p>Utilización del hula hoop</p>	<p>Manejar el hula hoop para proporcionar distintas perspectivas de una circunferencia.</p>	<p>Siguiendo en la 2ª fase, se pretende romper la idea predominante de los alumnos en relación a la forma ovoide, elipse muy excéntrica, de la órbita de la terrestre. La visualización del hula hoop desde diferentes perspectivas permite descubrir diferentes formas aparentes, entre ellas la proyección habitual que se hace en los libros texto, en forma de ovoide o elipse muy excéntrica.</p>
 <p>Uso del globo terráqueo</p>	<p>Manipular el globo terráqueo.</p>	<p>En este caso tenemos una representación más "realista" para acercarnos a la manipulación material del sistema. El globo se puede comenzar a utilizar en cualquier momento del proceso en cuanto lo requiera cada grupo, igual que el resto de los recursos. Este modelo permite reconocer y aceptar con mayor facilidad la inclinación del eje.</p>
 <p>Flexo y globo terráqueo</p>	<p>Manejar conjuntamente el flexo y el globo terráqueo.</p>	<p>Primera aproximación al modelo Sol-Tierra usando el flexo y globo terráqueo. Son los recursos más utilizados durante todo el proceso. Se ponen en juego el concepto de: día-noche, simultaneidad de las estaciones en ambos hemisferios, diferente duración del día y la noche según las estaciones y/o la latitud del lugar, eclíptica, trópico, etc.</p>
 <p>Uso del movimiento agujas del reloj</p>	<p>Describir el sentido de rotación de la Tierra con respecto al sentido de las agujas del reloj.</p>	<p>Se emplea cuando se cuestiona cuál es el sentido de giro de la Tierra. Ayuda a dismantelar la idea espontánea de que la Tierra gira según el sentido de las agujas del reloj. Al posicionarse un observador sobre el polo Norte del globo terráqueo y otro en el Sur los giros son contrarios.</p>
 <p>Cuarto oscuro</p>	<p>Escenificar con globos terráqueos y flexo el sistema Sol-Tierra en un cuarto oscuro.</p>	<p>Este recurso se utiliza al final del proceso. Se sitúa una bombilla en el centro y 4 globos terráqueos en las posiciones correspondiente de los solsticios y equinoccios. Los miembros del grupo se van situando en diferentes posiciones respecto al sistema para visualizar e interpretar todas las posibles interacciones del sistema Sol-Tierra.</p>

As WebQuests e a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo centrado no tema Som e Luz

Leite, L., Dourado, L., Gomes, A.

Instituto de Educação, Universidade do Minho

lleite@ie.uminho.pt

RESUMO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) invadiram o dia-a-dia dos cidadãos do século XXI e tornaram-se um recurso educativo acessível aos alunos na maior parte das escolas. Aprender a usar as TIC para procurar informação e resolver problemas é essencial para qualquer cidadão que pretenda manter-se atualizado e continuar a aprender autonomamente ao longo da vida. As WebQuests são atividades de resolução de problemas que permitem aos alunos aprender conhecimentos novos resolvendo uma tarefa com recurso a informação disponível na internet. Neste trabalho analisaram-se 26 WebQuests disponíveis em *sites* portuguesas para a unidade Som e Luz (8º ano), a fim de averiguar a sua compatibilidade com o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (ABRP). Os resultados da análise sugerem que muitas dessas WebQuests têm pouca qualidade científico-pedagógica, bem como pouca exigência cognitiva e precisam ser melhoradas para se tornarem compatíveis com o ensino orientado para a ABRP.

Palavras-chave

Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas; WebQuest; Educação em Ciências; Som e Luz

INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) invadiram o dia-a-dia dos cidadãos do século XXI e tornaram-se um recurso educativo acessível aos alunos na maior parte das escolas. Aprender a usar as TIC para procurar informação e resolver problemas é essencial para qualquer cidadão que pretenda manter-se atualizado e continuar a aprender autonomamente ao longo da vida (Hmelo-Silver, 2004; Savin-Baden & Major, 2004). Igualmente importante é a capacidade de resolver problemas, quer em contextos pessoais e familiares quer em contextos profissionais (Chin & Chia, 2004). Para desenvolver essas competências, a escola deve deslocar-se do ensino centrado no professor e nos conhecimentos académicos para a aprendizagem centrada no aluno e em conhecimentos relacionados com o dia-a-dia (Chin & Chia, 2004). Uma forma de o fazer é adotando abordagens didáticas que, em inglês, têm sido designadas Problem-Based Learning (PBL) (Boud & Feletti, 1997; Lambros, 2004) e, em Português, Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) (Leite & Afonso, 2001). Esta pode ser concretizada em ambientes que se baseiam na utilização de recursos tradicionais ou em ambientes que recorrem às TIC. As WebQuests são atividades de resolução de problemas construídas com objetivos específicos, bem determinados, e que permitem aos alunos aprender conhecimentos novos, resolvendo

uma tarefa com recurso a informação disponível na internet (Dodge, 1997). Nesse sentido, as WebQuests, podem ser concetualizadas como atividades especificamente concebidas para a concretização do ensino orientado para a ABRP, capazes de promover a ligação entre a aprendizagem escolar e a vida quotidiana (Leite, et al., 2007; Leite, Gomes & Morgado, no prelo) desde que se centrem em assuntos sócio científicos.

OBJETIVO

Este estudo visa averiguar em que medida as WebQuests sobre Som e Luz são, ou não, consistentes com as exigências da resolução de problemas e se, conseqüentemente, possuem, ou não, qualidade científico-pedagógica necessária para serem usadas como recurso didático ao serviço de um ensino orientado para ABRP.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Embora haja diversas conceções de ABRP, umas mais centradas no professor e outras mais centradas no aluno (Savin-Baden & Major, 2004), a conceção mais consensual coloca o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem, atribuindo-lhe a responsabilidade de aprender resolvendo problemas (Boud & Feletti, 1997; Lambros, 2004). Os problemas assumem, assim, um papel determinante da aprendizagem a realizar, não só pelos conhecimentos que exigem que sejam manipulados mas também pelo poder motivador que apresentam para o aluno. Para Hmelo-Silver (2004), este poder está associado ao valor atribuído à solução encontrada para o problema, o qual será maior no caso de problemas reais que sejam percebidos pelo resolvidor como úteis para o indivíduo e/ou para a sociedade e não apenas como meros exercícios académicos.

Apesar de ser frequentemente usado em contextos disciplinares, o ensino orientado para a ABRP é potencialmente mais valioso em contextos interdisciplinares, pois favorece abordagens integradoras, capazes de fomentar ligações concetuais significativas e duradouras entre conceitos tradicionalmente associados a diversas áreas do saber (Brears, MacIntyre O'Sullivan, 2011). Além disso, e apesar de o obstáculo que o problema coloca dever ser adequado aos respondentes (no sentido que lhes coloca um desafio, mas um desafio que é percecionado como passível de ser ultrapassado), é consensual entre os especialistas nesta área que a resolução de problemas deve ser realizada em regime cooperativo (Chin & Chia, 2004; Hmelo-Silver, 2004; Lambros, 2004), ou seja em pequenos grupos cujos membros trabalham conjuntamente, com vista à resolução do problema, resolução essa encarada como uma missão do grupo.

A origem dos problemas pode ser muito diversa, indo desde os problemas trazidos pelo professor, aos formulados pelos alunos a partir de contextos problemáticos, ou cenários, passando pelos trazidos pelos alunos (Lambros, 2004). Em qualquer dos casos, o aluno aprende novos conhecimentos resolvendo problemas e sem ser ensinado, pelo menos no sentido tradicional, pelo professor. Este, pelo menos a partir do momento em que se inicia o trabalho com vista à resolução dos problemas, passa a agir como tutor, cujas principais funções são: garantir que os alunos se mantêm a trabalhar na tarefa; incentivar a análise crítica das soluções por eles encontradas; fomentar a síntese das aprendizagens realizadas; e promover a avaliação do processo de resolução dos problemas (Leite & Afonso, 2001).

Nos últimos anos têm crescido o interesse pela ABRP *online* (Savin-Baden, 2007), concretizada através de uma variedade de modalidades, que incluem formas síncronas e assíncronas, bem como formas presenciais ou a distância (Savin-Baden & Wilkie, 2006). Em qualquer uma delas, o computador é o instrumento utilizado para angariar,

analisar e comunicar informação (Lowther & Morrison, 2003). Por colocar o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem e por ser bastante diferente das usuais abordagens educativas, a ABRP *online* apresenta-se como um desafio motivador para os alunos (Savin-Baden, 2007), que pode ter efeitos positivos na aprendizagem e promover o desenvolvimento do seu pensamento crítico (Sendag & Odabas, 2009). O professor deve assumir o papel de facilitador, encorajando a discussão e facilitando o uso das TIC para responder aos problemas (Reznich & Werner, 2004).

Segundo Savin-Baden (2007), a ABRP *online* tem vantagens sobre a ABRP “tradicional”, pois, entre outros: constitui-se como um espaço de aprendizagem autónoma que, fomenta o trabalho cooperativo, em pequenos grupos, aspeto este que é especialmente importante quando o grupo envolve membros geograficamente distantes; favorece uma maior reflexão sobre os assuntos em causa, fomentando a revisão, quando o erro acontece, particularmente quando envolve formas assíncronas que permitem dispor de mais tempo para a elaboração de uma resposta do que as presenciais; promove o sucesso na aprendizagem, graças ao envolvimento ativo e motivado dos alunos nesse processo, potenciado pela conjugação das TIC com o trabalho em grupo.

As WebQuests, enquanto atividades de resolução de problemas com recurso a informação disponível, totalmente ou em grande parte, na internet (Dodge, 1997), aproximam-se da ABRP *online*. No entanto, e dado que são, normalmente, resolvidas em sala de aula e, portanto, em ambiente presencial, aproximam-se também da ABRP tradicional. Assim, podem ser concetualizadas como estando entre a ABRP tradicional e a ABRP *online*.

Uma WebQuest é constituída por seis partes principais (Dodge, 1997; Carvalho, 2002): Introdução, Tarefa, Processo, Recursos, Avaliação, Conclusão. A parte crucial de uma WebQuest é a Tarefa (Çigrik & Ergül, 2010), pois é ela que apresenta o problema, sob a forma de pergunta/interrogação a responder ou de ordem (acerca do que deve ser feito) a executar, pelo que dela depende o valor educativo da WebQuest. Segundo Dodge (2002), as Tarefas podem ser classificadas em função do tipo de atividades mais ou menos complexas e criativas que envolvem, em Tarefas: de resumo; de compilação de dados; mistério; jornalísticas; de *design*; criativas; de construção de consenso; de persuasão; de autoconhecimento; analíticas; de julgamento; científicas; epistemológicas. Por outro lado, o nível cognitivo das tarefas pode ir da simples identificação de informação ao trabalho criativo ou científico com essa mesma informação (Dodge, 2002). Com base em Dahlgren & Öberg (2001), e atendendo às exigências cognitivas que apresentam, as tarefas podem ser classificadas como: enciclopédicas; de compreensão; relacionais; de avaliação; de procura de solução. Obviamente que tarefas simples, pouco criativas e de baixo nível cognitivo, não são consistentes com a ideia de WebQuest como atividade de resolução de problemas.

As Tarefas apresentadas pelas WebQuests podem ser realizadas individualmente ou em grupo. Contudo, Hmelo-Silver (2004) considera que o trabalho em grupo é a chave para o sucesso, quando se pretende que os alunos aprendam resolvendo problemas. Na verdade, esta forma de organização social promove a entreajuda, facilita a distribuição de tarefas e permite tirar partido dos pontos fortes de cada membro do grupo.

O resultado da realização da Tarefa concretiza-se no produto final, que pode ser solicitado numa diversidade de formatos, desde os trabalhos escritos, mais ou menos criativos (banda desenhada, panfleto, poster, cartaz, projeto, texto, protocolo, artigo de jornal, completar respostas), até à apresentação oral (simples ou acompanhada de apresentação oral ou de trabalho escrito), à construção de um “objeto”; à dramatização

de uma situação, à realização de atividades no laboratório; à preparação de campanhas de sensibilização ou à elaboração de um vídeo, ou à construção de um *site* (Leite, Dourado & Morgado, no prelo). Embora não haja uma relação única entre tarefa e produto, tarefas mais complexas e/ou criativas exigirão produtos que permitam ao resolvidor evidenciar isso.

METODOLOGIA

Para a consecução dos objetivos deste estudo fez-se uma análise de conteúdo de 26 WebQuests do âmbito da unidade didática Som e Luz, disponíveis em *sites* portuguesas, em Março de 2012. A análise incidiu na Tarefa e no produto solicitado como resultado da realização da mesma. Esta ênfase justifica-se pelo facto de ser a Tarefa que apresenta o problema ao aluno e de ser o produto final solicitado que informa sobre as características da solução desejada para esse problema. Note-se que algumas WebQuests apresentam duas ou mais Sub-Tarefas, que, por vezes, requerem a realização de atividades bastante diferentes. Assim, na análise, consideraram-se as Tarefas e as SubTarefas e, para simplificar, designou-se qualquer uma delas por tarefa. Na análise das tarefas consideraram-se as seguintes dimensões: formato da tarefa, tipo de tarefa, contexto de incidência da tarefa, nível cognitivo da tarefa, condições sociais de realização da tarefa e tipo de produto solicitado como resultado da tarefa.

Para reduzir e sistematizar os dados recorreu-se a um conjunto de categorias para cada uma das dimensões de análise consideradas. Na dimensão Formato da tarefa recorreu-se à categorias usadas em Leite, Dourado & Morgado (2011) para análise das questões incluídas em manuais escolares, tendo-se considerado duas categorias: pergunta (quando é feito um pedido na forma interrogativa) e ordem (quando é dito ao aluno o que deve fazer). No caso das Condições sociais de realização da tarefa, consideraram-se duas categorias, correspondentes a duas formas de organizar os alunos para trabalharem nas aulas: individual e em grupo. Nos restantes casos, partiu-se das categorias utilizadas em Leite, Dourado & Morgado (no prelo), tendo-se acrescentado categorias novas, sempre que se justificava. Por razões de limitação de espaço, a apresentação das categorias será efetuada na seção seguinte, juntamente com os resultados do estudo. Após a seleção/definição das categorias a utilizar, as WebQuests foram analisadas, separadamente, por dois autores e, posteriormente, os resultados dessas análises foram comparadas e discutidas para obtenção de consenso. Na secção seguinte a apresentação de dados quantitativos é complementada com excertos de WebQuests em que estas são identificadas pela sigla WQ, seguida do número de ordem atribuído à WebQuest.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No seu conjunto, as 26 WebQuests analisadas incluem um total de 43 tarefas. Mais de metade das tarefas (53,5%) são apresentadas no formato de Ordem (que informa sobre o que o aluno deverá fazer) enquanto que as restantes (46,5%) são apresentadas no formato de pergunta à qual o aluno deverá responder, apresentando essa resposta no produto final a elaborar após a execução do Processo proposto na WebQuest. Tarefas do primeiro formato podem ser ilustradas pelo seguinte exemplo “Realiza em grupo de 2 alunos, uma investigação sobre lentes convexas e côncavas.” (WQ12). Tarefas do segundo formato podem ser exemplificadas pela seguinte “Quais as diferenças entre a reflexão e a refração da luz?” (WQ3).

Como se pode constatar pela análise da tabela 1, a maior parte das tarefas apresentadas nas WebQuests analisadas são cognitivamente pouco exigentes. Na verdade, mais de metade (55,9%) são de Compilação de Dados e cerca de um quinto (20,9%) são de

Resumo de informação. Note-se que, segundo Dodge (2002), as primeiras exigem que o aluno recolha informação sobre fenómenos (ex: “A tarefa que vos proponho é a de assumirem o papel de investigadores e procurarem obter informações importantes sobre o som.” (WQ6)), enquanto que as segundas requerem o confronto e a integração de informação recolhida de diversas fontes (ex: “Imagina que descobrias alguma teoria sobre a luz e ninguém iria acreditar em ti. Escreve uma tese que comprove a tua teoria sobre a luz e di-la em público para a tua turma e vê se eles concordam com o que disseste.” (WQ18)).

Tabela 1. Tipos de tarefas incluídas nas WebQuests
(N=43)

Tipo de tarefa	f	%
Identificação de informação	1	02,3
Resumo	9	20,9
Compilação de dados	24	55,9
Design	3	07,0
Criativas	1	02,3
Analíticas	4	09,3
Científicas	1	02,3

As restantes 23,2% das tarefas são de diversos tipos (ex.: analíticas, criativas, de *design*), merecendo realce (por serem as mais inesperadas por serem incompatíveis com a conceção de WebQuest como atividade de resolução de problemas) as tarefas de Identificação de Informação, que requerem que o aluno identifique termos que permitem completar frases (ex: “Se as ondas sonoras atravessarem a superfície de separação de duas camadas de ar, a temperaturas diferentes, haverá _____ do som.” (WQ4)). Não foram encontradas tarefas dos tipos Mistério, Jornalística, Construção de consenso, Persuasão, Autoconhecimento, Julgamento e Epistemológicas, que são tarefas não só de nível cognitivo mais elevado, mas também mais capazes de contribuir para o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas e, portanto, mais compatíveis com os princípios subjacentes à ABRP.

No que respeita ao contexto de incidência da Tarefa, e apesar de, enquanto atividades de resolução de problemas, as tarefas deverem incidir na vida quotidiana, isso acontece em apenas 16,3% dos casos (ex: “Quais os limites máximos de nível sonoro permitidos nos locais de trabalho?” (WQ1)). A maioria das tarefas (81,4%) incidem na Ciência escolar, ou seja em assuntos que os alunos devem aprender na escola que não são relacionadas com o dia a dia (ex: “O que é a dispersão da luz?” WQ8), e os restantes 2,3% nas Aplicações tecnológicas dessa mesma Ciência (ex: “Análise dos ruídos nas escolas do Agrupamento; Medição do nível de intensidade sonoro; Comparação dos valores medidos com os permitidos por lei; Propostas de soluções para minimizar as situações mais graves; Apresentação dos resultados à comunidade.” (WQ7)). Não foram identificadas tarefas enquadradas em Contextos académicos, de investigação e produção de conhecimentos científicos, nem em contextos tecnológicos.

Quase metade das tarefas (46,5%) têm nível cognitivo Compreensão mas mais de um terço (34,9%) são Enciclopédicas (tabela 2), ou seja têm o menor nível de complexidade considerado por Dahlgren & Öberg (2001). “Como se forma o arco-íris?” (WQ8) é um exemplo de tarefa de Compreensão e “Quais os limites máximos de nível sonoro permitidos nos locais de trabalho?” (WQ1) é um exemplo de tarefa Enciclopédica. As tarefas Relacionais (11,6%) e de Procura de solução (7,0%), de nível cognitivo mais elevado, são pouco frequentes. Como exemplo das primeiras considere-se “Escolhe um

defeito da visão e explica por que é que deixamos de ver bem e que lentes devem usar?” (WQ14); como exemplo das segundas, pode-se apontar “Com esta atividade propomos que sejam identificados, na escola sede e noutras do agrupamento, os locais e possíveis fontes de poluição sonora. Pretendemos, ainda, que se proponham formas de minimizar as situações mais graves e as divulguem junto da comunidade educativa” (WQ7). Não foram detetadas tarefas de nível Avaliação, que seriam capazes de desenvolver competências relacionadas com a emissão de juízos de valor com base em critérios.

Tabela 2. Nível cognitivo das tarefas
(N=43)

Nível cognitivo	f	%
Enciclopédica	15	34,9
Compreensão	20	46,5
Relacional	5	11,6
Avaliação	0	00,0
Procura de solução	3	07,0

A maioria das tarefas (58,2%) destinam-se a ser realizadas em grupo, o que está de acordo com o recomendado para contextos de ABRP. Esta informação sobre as condições de realização da tarefa surge, em alguns casos, incluída na própria tarefa (ex: “Realiza, em grupo de 3 elementos, uma pesquisa sobre a luz.” (WQ9)) e em outros casos no processo (ex: “Formar um grupo de trabalho composto por quatro elementos.” (WQ7)). Apenas 11,6% das tarefas são apresentadas como tarefa individual (ex: “Vamos fazer um jogo? Nada de grupos, isto é individual.” (WQ11)). Para as restantes (30,2%) não são explicitadas condições sociais específicas de realização. Das 26 WebQuests analisadas, 22 solicitam um produto cada. Das restantes quatro, duas (WQ3 e WQ19) não solicitam qualquer produto, uma (WQ21) solicita três produtos diferentes e outra (WQ2) dois produtos também diferentes. Assim, os produtos finais solicitados pelas WebQuests e analisados neste trabalho perfizeram um total de 27 o que, por ser um número menor que o número de tarefas, sugere que uma dada WebQuest solicita um mesmo produto para as diversas tarefas que inclui (ex: WQ24 inclui quatro tarefas e solicita um produto, mais concretamente um trabalho escrito).

Na tabela 3 constata-se que os tipos de produtos mais frequentes são o trabalho escrito, no formato de texto (33,4 %), a Apresentação oral e trabalho escrito (25,9%) e a Apresentação oral (14,8%).

Tabela 3. Tipos de produtos solicitados
(N=27)

Tipo de produto		f	%
Trabalho escrito	Panfleto, poster, cartaz	2	07,4
	Texto	9	33,4
	Elaboração de protocolo laboratorial	1	03,7
	Completação de respostas	1	03,7
Apresentação oral		4	14,8
Apresentação oral e trabalho escrito		7	25,9
Preparação de campanhas de sensibilização		1	03,7
Construção de vídeo ou <i>website</i>		1	03,7
Publicação em página <i>web</i>		1	03,7

A elaboração de cartazes é solicitada em duas WebQuests (7,4%). Finalmente, e entre os produtos solicitados em apenas uma WebQuest (3,7%), encontram-se os produtos

que visam a construção de um *website*, a elaboração de um Protocolo laboratorial, a completção de respostas, a realização de uma Campanha de sensibilização e a Publicação em página *Web*. Este último tipo de produto não havia sido anteriormente identificado nos trabalhos de análise de WebQuests revistos.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os resultados deste estudo sugerem que as WebQuests analisadas apresentam, na sua maioria, tarefas pouco exigentes, de baixo nível cognitivo, pouco compatíveis com as exigências da ABRP, e que requerem a elaboração de produtos pouco criativos e pouco exigentes do ponto de vista cognitivo. Contudo, muitas das tarefas devem ser realizadas em grupo, o que é consistente com a filosofia da ABRP. Estes resultados não são surpreendentes, pois estão na linha dos recentemente obtidos para o tema Sustentabilidade na Terra (Leite, Dourado & Morgado, no prelo). Contudo, não podem deixar de fazer pensar acerca do cuidado que é necessário ter quando se considera a possibilidade de recorrer a materiais didáticos disponíveis *online*. De facto, antes de usar esses materiais é necessário analisá-los, de modo a selecionar apenas os tiverem qualidade científica e pedagógica e a avaliar em que medida se justifica melhorar os que forem passíveis de ser melhorados. Apesar destes cuidados que, designadamente, os professores podem, individualmente ou em grupo, adotar, importa que as instituições (escolas e universidades) definam políticas de publicação *online*, de modo a garantir que, quando são publicados, os materiais disponibilizados *online* têm já uma qualidade técnica, científica e pedagógica aceitável. Como defendemos em outro trabalho (Leite, Dourado & Morgado, no prelo), uma forma de garantir isso, passa pela publicação prévia em *intranets*, com acesso mediante *login* e *password*, de modo a que os materiais possam ser analisados por especialistas e potenciais utilizadores, revistos e avaliados antes de serem publicados. A sua adequação aos alunos deveria também ser testada, de modo a garantir que têm potencial motivador e educativo e que apresenta requisitos técnicos mínimos e adequados. A reforçar a necessidade destes cuidados está a constatação de que muitas das WebQuests analisadas possuem uma linguagem pobre, bem como pouca consistência interna. Embora este último aspeto não fosse objeto de estudo neste trabalho, verificou-se, por exemplo, falta de articulação entre os diversos elementos das WebQuests, traduzida, designadamente, na existência de solicitações de produtos inadequados à tarefa e de tarefas sem explicitação do correspondente produto. Este é um dos aspetos que poderá merecer atenção em futuros trabalhos.

Nota: trabalho no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boud, D. & Feletti, G. (1997). Changing problem-based learning. In Boud, D. & Feletti, G. (Eds). *The challenge of problem based learning*. Londres: Kogan page, 1-14.
- Brears, L., MacIntyre, B. & O'Sullivan, G. (2011) Preparing teachers for the 21st century using PBL as an integrating strategy in science and Technology Education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 1(16), 36-46.
- Carvalho, A. (2002). WebQuests: Desafio colaborativo para professores e para alunos. *Elo*, 10, 142-150.
- Chin, C. & Chia, L. (2004). Problem-Based Learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88 (5), 707-727.

- Çigrik, E. & Ergül, R. (2010). The investment effect of using WebQuest on logical thinking ability in science education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 4918-4922.
- Dahlgren, M. & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learn to question: Structure and function of problem-based learning scenarios in environmental science education. *Higher Education*, 41, 263-282.
- Dodge, B. (1997). Some thoughts about WebQuests. http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec596/about_webquests.html
- Dodge, B. (2002). *WebQuest taskonomy: A taxonomy of tasks*. Disponível em: <http://webquest.sdsu.edu/taskonomy.html>.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and how do students learn?. *Educational Psychology Review*, 3(16), 235-265.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Leite, L. & Afonso, A. S. (2001). Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciências*, 48, 253-260.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (2011). Science Textbooks as Questioning and Problem-Based Teaching and Learning Promoters: Change or Continuity?, In M. A. Flores, A. et al. (Org.), *Proceedings of the 15th Biannual of the ISATT, Back to the future: legacies, continuities and changes in educational policy, and practice and research* (pp. 1190-1198). Braga: Universidade do Minho, CD-ROM.
- Leite, L., Dourado, L. & Morgado, S. (no prelo). Sustainability on Earth WebQuests as Problem-Solving activities: Can physical sciences teachers rely on them?. In *ATEE 2011 annual conference proceedings*. Riga: Latvia University.
- Leite, L., Gomes, A. & Morgado, S. (no prelo). WebQuests sobre Mudança Global: Uma análise à luz dos princípios da ABRP. In *Atas do I Congresso Internacional de Ensino das Ciências (I SIEC)*. Vigo: Universidade de Vigo.
- Leite, L., Vieira, P., Silva, R. & Neves, T. (2007). The role of WebQuests in science education for citizenship. *Interactive Education Multimedia*, 15, 18-36.
- Lowther, D. L. & Morrison, G. R. (2003). Integrating Computers into the Problem-Solving Process. In Knowlton, D.S. & Sharp, D.C. (Eds.). *Problem-Based Learning in the Information Age. New directions for Teaching and Learning*, 95, 33-39.
- Reznich, C. & Werner, E. (2004). Facilitator's influence on student PBL small group session online information resource use: a survey. *BMC Medical Education*, 4(9), 1-5.
- Savin-Baden, M. & Wilkie, K. (2006). *Problem-Based Learning Online*. New York: Open University Press.
- Savin-Baden, M. (2007). *A practical guide to Problem-Based Learning online*. Nova Iorque: Routledge.
- Savin-Badin, M. & Major, C. (2004). *Foundations of problem-based learning*. Maidenhead: Open University Press.
- Sendag, S. & Odabas, F. (2009). Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. *Computers & Education*, 53, 132-141.

¿QUÉ Y CÓMO INVESTIGAN LOS MAESTROS SOBRE SU PRÁCTICA EDUCATIVA?

López Banet, L. y Pro Chereguini, C.

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

llopezbanet@um.es

RESUMEN

Se pretende analizar unos Trabajos Fin de Máster (TFM) sobre la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria, realizados en el Máster de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Educación Primaria de la Universidad de Murcia. En la línea de otros análisis con finalidades semejantes, tratamos de responder a cuestiones como: qué se ha investigado, cómo se ha realizado y a qué conclusiones se ha llegado. Los resultados ponen de manifiesto las necesidades, el interés y las posibilidades que tiene este ámbito de la investigación en nuestro contexto educativo.

Palabras clave

Investigación. Innovación. Didáctica Ciencias Experimentales. Educación Primaria. Meta-análisis.

CONTEXTO Y FORMULACIÓN DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

La Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) ha tenido un gran desarrollo en los últimos años. Se han publicado una gran cantidad de artículos y libros, se han celebrado muchos eventos en los que se han presentado ponencias y comunicaciones, se han llevado a cabo proyectos, se ha trabajado mucho y bien y, en definitiva, se ha creado un cuerpo de conocimiento muy sólido que nos va a permitir apoyarnos en él para seguir avanzando. Sin embargo, esta evolución no ha sido homogénea en las diferentes líneas de investigación que podemos encontrar en la DCE. Así, por ejemplo, hay una mayor producción en los trabajos sobre formación inicial del profesorado que sobre la formación del profesorado en ejercicio, o en las investigaciones sobre aulas de Educación Secundaria que en Educación Infantil.

En relación con la etapa de Educación Primaria –que es el ámbito en el que se mueve nuestro trabajo- encontramos un déficit importante en el número de aportaciones. No obstante, a pesar de la escasez, encontramos contribuciones muy interesantes en libros (por ejemplo, las que se recogen en Pro, 2008; Pro, 2010a...) o en artículos de revistas periódicas más especializadas en esta etapa educativa (por ejemplo, “Aula de Innovación Educativa”, “Aula de Innovación en Educación Infantil”, “Investigación en la Escuela”...).

Pero, además del número, hay otra limitación que, desde nuestra perspectiva, resulta preocupante: el escaso número de maestros que investigan sobre lo que realizan en su aula. Este problema ha sido destacado por algunos autores (Barberá, 2002; Benarroch,

2010; Pro y Rodríguez, 2011...) y es la razón de ser de este trabajo. Por ello, creemos que, para mejorar lo que estamos realizando, debemos aportar respuestas a tres interrogantes básicos: qué están investigando los maestros, cómo lo están haciendo y a qué conclusiones están llegando.

Las cuestiones planteadas no son fáciles de resolver dada la proliferación de medios de comunicación de las investigaciones e innovaciones (revistas, libros, actas de congresos, materiales de internet...) pero, en nuestro caso, son tan pocas las investigaciones realizadas por los maestros que lo difícil es fijar una base documental que tenga un número suficiente para poder trabajar sobre ella.

En otras revisiones similares (aunque en diferentes contextos), unos se han centrado en las comunicaciones presentadas a congresos representativos del área (Pro, 2009; Benarroch, 2010); otros sobre los trabajos publicados en revistas especializadas (García, 2008; Pro, 2010b); e, incluso, se han realizado estudios evolutivos (Pro, 2010c)... Sin duda, para tener una visión más completa de la situación de la DCE, es preciso “sumar” nuevos análisis sobre otros contextos pero ¿dónde podemos encontrar uno que aglutine contribuciones de la investigación sobre la enseñanza de las Ciencias en Primaria?

BASE DOCUMENTAL Y PROTOCOLO DE ANÁLISIS

Como hemos dicho, nos parece preocupante la ausencia de maestros en la investigación sobre lo que se hace en las aulas de Educación Primaria. El problema no es nuevo y, en gran medida, podemos encontrar motivos, entre otros, en su situación laboral (horario lectivo, tiempo de preparación de las clases, atención a la diversidad...), en la percepción social de su labor (trato recibido por algunos padres, remuneración económica, crítica permanente a los “tres meses de vacaciones”...) o en el comportamiento de la propia Administración (titulación universitaria de “segunda”, formación fuera del horario de trabajo, promoción a profesores de IES...). En muchos casos, se olvida que tras la realización de una publicación – y no digamos de una tesis- hay mucho “tiempo personal o familiar” que no se ve correspondido ni por un reconocimiento institucional o social ni por mejoras en las condiciones contextuales. ¿No justificaría esta situación la escasa repercusión de la investigación en las aulas?

En este contexto tan poco estimulante, se realiza desde hace unos años el Máster de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Primaria en la Universidad de Murcia. En esta titulación de carácter oficial, los estudiantes –muchos de ellos, maestros en ejercicio- deben cursar 18 créditos de formación en la investigación educativa (en general), otros 18 de investigación e innovación en ámbitos específicos, y realizar un TFM con una carga de trabajo de 24 créditos (normalmente ampliamente superada). Pues bien, en las tres primeras ediciones, se presentaron más de un centenar de TFM. Obviamente no eran todos de enseñanza de las ciencias –o relacionados con ésta- pero nos pareció un buen referente para nuestro trabajo.

Además, se organizan unas Jornadas donde se presentan y se publican parcialmente los trabajos realizados (<http://www.um.es/web/educacion/contenido/estudios/masteres/inv-educacion-infantil/2011-12/jornadas>). Pensamos que era una buena base documental para nuestros propósitos ya que la extensión de los mismos –unas 25 páginas- permite tener una descripción detallada, aunque sea de un fragmento. Analizamos el contenido de los trabajos presentados y seleccionamos los 9 que se referían a la enseñanza y el aprendizaje de temáticas de carácter científico en Educación Primaria. En ningún caso,

presentan el TFM completo; con diferencias importantes en cuanto al porcentaje que supone respecto al TFM, presentan un fragmento del mismo.

Para fijar nuestro protocolo de este análisis documental, hemos tenido presente los trabajos realizados por Pro (Pro, 2009; 2010b; 2010c; Pro y Rodríguez (2011). Los elementos a considerar se recogen en el Cuadro 1.

Interrogantes principales	Elementos a considerar
¿Qué características generales definen el trabajo?	- Características profesionales del autor - Descriptores generales del trabajo
¿Qué están investigando?	- Problemas de investigación - Referentes fundamentales del marco teórico
¿Cómo lo están haciendo?	- Tipo de diseño de investigación - Participantes y contextos - Descripción de propuesta ensayada (cuando se ha hecho) - Instrumentos de recogida de información
¿A qué conclusiones llegan?	- Resultados obtenidos - Conclusiones explícitas de los problemas planteados

Cuadro 1. Protocolo de análisis documental

RESULTADOS

Vamos a mantener los resultados en función de los interrogantes principales a los que hemos hecho referencia.

a) En relación con las características generales de los trabajos

La mayor parte de los autores son maestros (7/9); hay, además, una profesora de Educación Secundaria y otra de la Facultad de Educación (de otro departamento). La mayoría (6/9) son profesores en ejercicio y gran parte de ellos (5/9) han realizado la investigación en su aula.

En sus trabajos manifiestan preocupaciones variadas pero la más compartida es la necesidad de mejorar aspectos de la docencia: cómo enseñar de manera que sus alumnos aprendan de otra manera o cómo integrar algunos recursos (actividades de laboratorio, TICs, salidas fuera del aula, comics...); en muchos casos, da la impresión de que el objetivo de mejora no se limita a una materia.

Casi todos los trabajos –el fragmento del TFM publicado- tienen un carácter empírico. El objetivo principal de la mayoría (6/9) es el diseño y aplicación de una propuesta de enseñanza innovadora en un aula (como veremos de temáticas diferentes); una sólo presenta los fundamentos de la propuesta, aunque parece que también se valoró en el TFM completo; los dos que no son maestros realizan unos estudios diagnósticos sobre características del alumnado, quizás por las dificultades para disponer de un aula que exigiría otro tipo de investigación.

b) En relación con el qué están investigando

Entre los que se centran en el ensayo de una propuesta hay tres que articulan su investigación en torno a tres problemas principales: ¿cuáles eran los conocimientos iniciales del alumnado respecto a la temática objeto de la propuesta? (PP1); ¿cómo se

desarrolló la propuesta en el aula? (PP2); y ¿qué efectos produjo en el aprendizaje del alumnado? (PP3). No todos los plantean con esta “claridad”.

Los otros cuatro se centran en valorar la puesta en práctica; es decir, una combinación de PP2 y PP3 pero algunas diferencias matizables. Así, una estudia la incidencia de tres tipos de texto (el de un comic, el de un cuento y el de un guión de laboratorio en la comprensión lectora de los niños) frente a los otros que sólo se ocupan de los efectos inmediatos en el aprendizaje científico (sin entrar en las competencias).

La que no describe los resultados da la impresión de que también ha valorado las repercusiones en el desarrollo de algunas competencias pero no disponemos de los datos; sólo de lo que aporta en esta publicación.

Las dos que realizan un estudio diagnóstico plantean al alumnado diferentes situaciones: En un caso, para que utilicen sus conocimientos sobre la energía ante unas experiencias, una noticia de prensa y el video de una campaña publicitaria. En el otro para conocer las actitudes de los niños en sus diferentes acepciones (conocimientos de las aportaciones, percepciones de la ciencia y del trabajo de los científicos, posiciones ante dicotomías de los efectos de los descubrimientos científicos, valoración de la ciencia escolar y extraescolar...)

A pesar de que las finalidades y temáticas estudiadas son variadas, se pueden detectar referentes comunes en la revisión de las aportaciones en cada caso. El más común es la referencia al currículum oficial (8/9), probablemente por la proximidad de la última reforma. Pero también hay referencias importantes a tópicos importantes: a las ideas iniciales o a los obstáculos de aprendizaje del alumnado desde una perspectiva constructivista (6/9), al desarrollo de algunas de las competencias (4/9), al uso de un modelo de planificación (4/9), a investigaciones o innovaciones realizadas sobre el ámbito de las propuestas ensayadas (3/9)...

c) En relación con cómo lo han realizado

Los diseños de investigación utilizados son coherentes con los problemas planteados y simultanean enfoques cuantitativos (fundamentalmente descriptivos) y cualitativos. Dos utilizan un pretest-seguimiento-postest. Hay cuatro que realizan un seguimiento (como dijimos uno de ellos, contrasta los resultados con tres recursos diferentes). Dos son estudios ex post facto. El otro trabajo sólo se ocupa de profundizar en los fundamentos de la unidad didáctica planificada.

Los participantes corresponden a tercer ciclo (4/9) y al primero (3/9); hay uno del segundo ciclo y otro de Educación Infantil. No describen con minuciosidad las aulas y los centros a los que pertenecen pero aparentemente son normales. Hay “quejas” habituales en relación con los problemas de comprensión lectora y expresión escrita; menos alusiones hay en relación a las matemáticas. Las experiencias de puesta en práctica de una propuesta se han desarrollado en un aula (6/9) –parece que también lo hace la que no aporta resultados- con una ratio variable (alrededor de 20), mientras que los estudios diagnósticos emplean más de un centenar de alumnos.

Las ocho temáticas trabajadas –una se ocupaba de las actitudes- son variadas: el estudio de los circuitos y de la corriente eléctrica (2/9), el agua (2/9), la huerta de Murcia, de dónde procedemos, los animales del entorno y los recursos energéticos.

Casi la mitad comparten un modelo de planificación –probablemente por la pertenencia de los directores al mismo departamento- basado en la realización de una serie de tareas: presencia del tema en el contexto, análisis del contenido científico implicado (con esquemas y mapas conceptuales, relación de posibles procedimientos y actitudes...), relación de problemas del aprendizaje de los mismos, delimitación de objetivos concretos de aprendizaje, secuencia de enseñanza y estrategias de evaluación. Las secuencias de enseñanza siguen un enfoque constructivista: iniciación-desarrollo-aplicación u orientación-explicitación-construcción-aplicación-revisión.

Entre los que investigan sobre una propuesta, hay un interés especial de los autores por detallar las actividades realizadas. No sólo se aporta la secuencia sino que hay ejemplos en los Anexos, distribución temporal, finalidad de cada fase... En todos los casos se simultanea el uso de diferentes recursos: experimentos realizados por el alumnado o por el maestro, trabajos individuales y en grupo sobre documentos escritos (comics, cuentos, mapas...), realización de proyectos, lecturas colectivas, proyección de películas y videos (algunos con pizarra digital), cuidado de seres vivos, actividades en las que participan los padres... Más o menos explícitamente se señalan los contenidos de las explicaciones del profesor –normalmente realizada con presentaciones de power point- y la forma de organizar la dinámica de las clases.

En relación con los instrumentos de recogida de información para el pretest (o el postest) o el diagnóstico, se utilizan cuestionarios de ideas previas, de actitudes, pruebas de utilización de conocimientos ante una experiencia, preguntas sobre una noticia de prensa o sobre un video de una campaña publicitaria, asambleas... El seguimiento se realiza con estrategias diferentes en función del trabajo pero, en general, se utilizan los diarios del profesor (incluimos los protocolos de observación del alumnado en el aula) y algunas producciones escritas (respuestas en los guiones de laboratorio, en fichas, en las hojas de trabajo, murales elaborados en grupo, puestas en común...); hay también entrevistas y grabaciones pero no aparecen transcripciones amplias, posiblemente por falta de espacio. Junto al postest o formando parte de él se suelen aportar datos sobre la valoración que realiza el alumnado de la experiencia.

d) En relación a las conclusiones a las que estamos llegando

Se suelen describir, con bastante detalle, el desarrollo de las experiencias (obviamente cuando las hay) e incluso las incidencias en uno de los estudios diagnósticos. Los resultados se presentan en formatos muy variados y a veces combinando varios: por unidades de análisis, por competencias, por los aspectos positivos y negativos desde la perspectiva del maestro, con los resultados de la aplicación de los protocolos de observación, a partir de las valoraciones realizadas por los propios alumnos...

Predominan los relatos descriptivos –normalmente en términos de frecuencia o frecuencia relativa- pero también hay interpretaciones, juicios de valor, discusiones... Hay escasos tratamientos estadísticos (alguna mención a diferencias o relaciones entre variables)... pero creemos que, en casi ningún caso, eran necesarios.

En cuanto a las conclusiones suelen ser bastante coherentes con los datos y resultados que se aportan. Además, resulta alentador el nivel de algunas de ellas; sobre todo, si pensamos que se trata de TFM, profesores que se están iniciando en la investigación. En el Cuadro 2, como ejemplo, recogemos extractadas las conclusiones de algunos

<p>Maestro 1</p> <p>a) En relación con el PP1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los conocimientos previos que tenían los alumnos eran esperables y se han utilizado para construir sus conocimientos. - En muchos casos no utilizaban un modelo de corriente –pocos tenían uno alternativo y la mayoría ni eso- en sus razonamientos. <p>b) En relación con el PP2</p> <ul style="list-style-type: none"> - El desarrollo de las actividades previstas y el ambiente de aula fue bueno y se opina que disfrutaron aprendiendo. - Se encuentran algunas dificultades que, por ejemplo, siguen aflorando modelos alternativos, por lo que precisan del tratamiento del tema en sucesivas etapas educativas. <p>c) En relación con el PP3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se aprecia una mejora clara en los resultados del postest respecto al pretest. - Para el alumnado la experiencia ha sido muy positiva a pesar del trabajo y el esfuerzo que conlleva. - Creemos honestamente que hemos favorecido aprendizajes cooperativos y duraderos
<p>Maestra 3</p> <p>PP1: se puede construir una propuesta que tenga en cuenta el cambio curricular, el significado y alcance de algunas competencias, los problemas de dificultad lectora, el uso de recursos próximos al alumnado y la incidencia de estos en el aprendizaje de variables como identificación de ideas en un material, interpretación e inferencia. Es preciso desechar materiales convencionales, que no contribuyen ni a la comprensión lectora ni a la animación a la lectura. Como alternativa se proponen otros textos, próximos a la realidad del alumnado (cómic, cuentos, experiencias de laboratorio...). Aprovechar la forma habitual de trabajo del alumnado y la puesta en práctica en el aula de la maestra habitual facilita que el periodo de adaptación de los niños a los nuevos planteamientos.</p> <p>PP2: las preguntas de identificación de ideas han obtenido mejores resultados globalmente e individualmente en 3/6 cómic, 1/4 cuentos y 1/2 guiones. Las respuestas de inferencia fueron globalmente mejores que las de significado de términos y expresiones. Se han obtenido mejores resultados en el “significado de expresiones” que en el “significado de términos”.</p> <p>PP3: No se puede hablar de tipos de destrezas comunicativas sino que éstas dependen del recurso en el que se plantea; en nuestro caso, de que sea un cómic, un cuento o un guión. Parece que globalmente los mejores resultados se han obtenido en los cómic y en los cuentos; podría justificarse por el hecho de que son más parecidos a los habituales.</p>
<p>Profesora de la Facultad de Educación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los resultados, que, en muchos casos, no han sido positivos, no han contradicho lo esperado según la literatura consultada (algunos problemas para identificar los productos de la ciencia, opinión positiva respecto a la presencia curricular de las ciencias, planteamientos metodológicos inadecuados en la educación formal, escasa incidencia de la educación no-formal en la educación científica...). - Han habido “sorpresas positivas” (visión aceptable de los científicos y su trabajo, valoración positiva de las aportaciones de la ciencia, apoyo social a la labor de los científicos...). Desde luego, parece que el currículum oficial no se ha llevado a las aulas. - También esperábamos más diferencias respecto al género y, no digamos, respecto al tipo de centro. Desde luego, con los resultados obtenidos, no podemos compartir las conclusiones obtenidas en otros trabajos respecto la dependencia con estas variables. - La inclusión de las actitudes, con actividades concretas e intencionadas, puede mejorar la alfabetización científica de los ciudadanos, quedan muchas cosas por hacer, dentro y fuera de la escuela.

Cuadro 2

CONCLUSIÓN

Inicialmente nos planteábamos tres interrogantes sobre las investigaciones que realizan los maestros sobre su práctica educativa. El escaso número existente nos ha llevado al estudio de una base documental con un cierto sesgo que impide extrapolar los resultados. Pero con estas limitaciones, podemos decir que el maestro suele elegir temáticas que están próximas a su trabajo diario, que tiene unos conocimientos profesionales muy útiles para la investigación, que aporta aspectos insustituibles desde su investigación acción, que es capaz de incidir en variables y aspectos complejos con “más facilidad” de la esperada y que mantiene unas cualidades deseables en cualquier investigador porque, en ningún momento, deja de ser un docente.

BIBLIOGRAFÍA

Barberá, O. (2002). El área de Didáctica de las Ciencias Experimentales: ¿apuesta por el futuro o error del pasado? *Revista Educación*, 328, 97-109.

Benarroch, A. (2010). La investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales en las etapas de Educación Infantil y Primaria. *Actas de XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 32-48). Jaén: Serv. Publicaciones Universidad.

García, S. (2008). La formación del profesorado de Educación Infantil. *Actas de XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 246-255). Almería. Edit. Universidad Almería.

Pro, A. (1999). ¿Qué investigamos? ¿Cómo lo hacemos? ¿A qué conclusiones llegamos? Tres preguntas que hacen pensar. En la obra de Martínez y García: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (pp.19-43). A Coruña: Serv. Publ. Universidad.

Pro, A. (coor.) (2008). *El desarrollo del pensamiento científico-técnico en Educación Primaria*. Madrid: Secretaría General Técnica MEC.

Pro, A. (2009). ¿Qué investigamos sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales en nuestro contexto educativo? *Investigación en la Escuela*, 69, 45-59.

Pro, A. (coor.) (2010a). *Conocimiento e interacción en el mundo físico. La comprensión del entorno próximo*. Madrid. Secretaria General Técnica MEC.

Pro, A. (2010b). ¿Cuáles han sido las preocupaciones de los trabajos de innovación en la didáctica de las ciencias? *Alambique*, 65, 73-85.

Pro, A. (2010c). Reflexiones sobre algunos problemas existentes en la investigación en la didáctica de las ciencias experimentales. En la obra de Vallés, Álvarez y Rikeckmann: *L'activitat docent: intervenció, innovació, investigació* (pp.313-326). Girona: Documenta Universitaria.

Pro, A. y Rodríguez, J. (2011). La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 129-148.

Los conocimientos del alumnado sobre reproducción y sexualidad humana. Un estudio de caso

Luque Bago,¹ M. y Jiménez Pérez, R.²

(1) Centro FP Grado Sup. Cesur. Málaga

(2) Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía, Universidad Huelva.

Correo: rjimenez@uhu.es.

RESUMEN

Este trabajo es parte de una investigación más amplia, se centra en el estudio de los conocimientos sobre sexualidad y reproducción humana adquiridos por un grupo determinado de 3º ESO tras la implementación de una unidad didáctica en la que se trata dicha temática. Con la observación del aula e instrumentos de primer orden (pre y postest) hemos recogido la información y resultados que detectan un tratamiento tradicional en estos contenidos, que promueve concepciones de intencionalidad restrictivas y cerradas en los estudiantes.

Palabras clave

Enseñanza secundaria, estudio de caso, sexualidad, reproducción humana, concepciones de los estudiantes.

INTRODUCCIÓN: JUSTIFICACIÓN Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Los resultados de las evaluaciones realizadas en el ámbito internacional como TIMSS o PISA, muestran un panorama bastante pesimista en torno a la educación en general y concretamente a la científica (MEC, 2009, Acevedo, 2005 y 2009). Esto nos hace sospechar que la forma de enseñanza de las ciencias llevada a cabo en nuestras aulas se dirige hacia a la consecución de objetivos muy discrepantes con las finalidades de la enseñanza que se promueven desde la legislación y la investigación didáctica (Banet, 2007a). Aclarar esta sospecha y descubrir la realidad de las aulas es precisamente la moción principal de este trabajo.

La elección de la unidad pretendida ha sido consecuencia de la consideración de la importancia que tienen ciertos conocimientos referentes a sexualidad y reproducción humana para el desarrollo y la realización personal de los adolescentes a los que va dirigida (López, 2005).

Aunque este estudio forma parte de una investigación más amplia en la que se considera el aprendizaje del alumnado, sus emociones frente al aprendizaje de las ciencias de la naturaleza y el modelo didáctico personal del profesor con respecto a la metodología que desarrolla, en este trabajo nos centraremos en los conocimientos adquiridos por los estudiantes planteándonos como problema principal “¿Cómo evolucionan las ideas previas del alumnado de un grupo concreto de 3º ESO y qué aprendizajes sobre sexualidad y reproducción humana adquieren?”.

El currículo de las ciencias de la naturaleza: sexualidad y reproducción humana.

La inclusión de la materia de ciencias de la naturaleza en la enseñanza secundaria obligatoria viene perfectamente justificada en el Real Decreto 1631/2006, que reconoce la necesidad de la alfabetización científica de la sociedad permitiendo así el entendimiento del mundo que nos rodea, el disfrute desde la solidaridad y el respeto de los logros de la humanidad, y la participación en la toma de decisiones fundamentadas entorno a problemas locales y globales de nuestro tiempo (MEC, 2006).

De la misma manera, la relevancia de la temática abordada está respaldada por el currículo actual, que la contempla tanto en la etapa de la educación secundaria como en la educación primaria. (MEC, 2006). Tanto los objetivos generales de la enseñanza secundaria obligatoria recogidos en la LOE como los objetivos generales del área de ciencias de la naturaleza en la ESO dictados en Real Decreto 1631/2006, hacen referencia a la reproducción humana destacando la importancia del conocimiento, el cuidado y la aceptación del propio cuerpo y el de los otros respetando las diferencias, o la valoración de la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad.

Sin embargo y sorprendentemente, tal y como dispone el Real Decreto 1631/2006, los contenidos sobre reproducción y sexualidad humana, en la etapa de la ESO, sólo están contemplados en el currículo del tercer curso (MEC, 2006; Banet, 2007b). En concreto forman parte del Bloque 5, titulado las personas y la salud, y los contenidos más relacionados con la sexualidad y reproducción humana se encuentran entre los albergados en el apéndice denominado precisamente “Promoción de la salud. Sexualidad y reproducción humana”.

Los criterios de evaluación, establecidos por el Real Decreto 1631/2006 para la materia de Biología y Geología en 3º de ESO, también hacen referencia a la sexualidad y la reproducción humana destacando la importancia de adquirir conocimientos sobre la anatomía y fisiología del aparato reproductor y desarrollar habilidades para la conservación de la salud sexual.

La competencia básica más relacionada con esta materia es “la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico” (MEC, 2006; Banet, 2007b), en la cual se especifica la importancia de la comprensión del propio cuerpo y las relaciones entre los hábitos y las formas de vida y la salud.

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza: sexualidad y reproducción humana.

Vivimos en una sociedad íntimamente ligada a la ciencia y a la tecnología que experimenta los avances sucesivos y constantes en estos dos campos del conocimiento, que se traducen en nuevos diálogos y debates sociales en los que es necesaria la participación de la ciudadanía para el pleno desarrollo de una sociedad democrática, donde interviene no sólo la ideología política sino también una ideología social. Es determinante conocer y comprender ciertos aspectos de la ciencia para participar en dichas discusiones y clarificar muchos de los mitos que engloba; y este conjunto de conocimientos es lo que llamamos alfabetización científica (Marco-Stiefel, 2000).

La enseñanza obligatoria debe formar personas implicadas, responsables e integras con la capacidad de seguir aprendiendo permanentemente. Por tanto ya no nos vale con el enfoque meramente académico de los contenidos escolares, sino que este debe dirigirse

hacia la utilidad y la aplicación en diferentes contextos y situaciones vitales (Feito, 2008).

La adquisición de distintos aprendizajes sobre sexualidad y reproducción humana son esenciales desde la perspectiva biológica, ya que se hace referencia a una función vital que integrada con el conocimiento del resto de estas funciones nos permite comprender el funcionamiento de nuestro organismo (García Barros y Martínez Losada, 2006). Pero también son imprescindibles los aspectos psicosociales que conlleva esta temática.

López (2005) considera que la educación en este ámbito es un fracaso que se refleja en los miedos, ignorancias y creencias infundadas en torno a este tema, que impregnan la sociedad actual. Esto es consecuencia del enfoque de la sexualidad en nuestras aulas como un fenómeno exclusivamente biológico e individual que se desarrolla según tabúes y prohibiciones, y que no tiene en cuenta su componente social y emocional así como las vivencias y el placer natural (Pellejero Goñi y Torres Iglesias, 2011).

Si nuestros estudiantes han de convertirse en ciudadanos implicados y responsables es necesario garantizarles las herramientas para enfrentarse y ofrecer soluciones a los problemas sociales de hoy (Gil Pérez y Vilches, 2006). Esto no se consigue desde la contemplación y la memorización de conceptos sin más, sino que es necesario el desarrollo de un espíritu crítico y una visión creativa, abierta y socialmente contextualizada de la ciencia (Gil Pérez et al., 2005).

Con respecto a la materia que nos ocupa, sexualidad y reproducción humana, el único estudio de ideas previas encontrado fue realizado por Cañal, Porlán, y García (1988). Aunque éste está demasiado lejos en el tiempo y además sus participantes son alumnos de primaria y no adolescentes como en la presente investigación, aporta algunos datos relevantes sobre las consecuencias en los aprendizajes de los tabúes generados alrededor de esta temática, como son las confusiones y mitos entorno a prácticas sexuales tales como la masturbación, o el entendimiento machista de las relaciones heterosexuales.

Desde la perspectiva constructivista del aprendizaje defendida desde la psicología y la didáctica y apoyada en aportaciones de autores de la índole de Wertheimer, Vygotsky o Piaget (Pozo, 1993), está suficientemente clara la necesidad de la detección de ideas previas. Sin embargo Astolfi (1994) considera que el problema no está únicamente en la forma del alumnado de pensar y de comprender el mundo, sino en su necesidad para mantener este sistema de pensamiento. Es el alumno el que debe franquear por sí mismo el obstáculo de aprendizaje, y para ello es necesaria una presentación de los aprendizajes efectiva, atractiva, atrayente y motivadora. (Astolfi, 1994; Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011).

Todo lo descrito son pautas que nos permiten entender las necesidades del alumnado y sus mecanismos de aprendizaje, y que tendremos en cuenta en el presente trabajo ya que nos orientan en la detección y análisis de los conocimientos del alumnado.

METODOLOGÍA.

Teniendo en cuenta el problema central de esta investigación indicado anteriormente, hemos optado por afrontarlo desde un paradigma interpretativo y en base a nuestro posicionamiento y a las características de nuestra investigación, consideramos una metodología esencialmente cualitativa (Bisquerra, 2009).

Los participantes de nuestra investigación han sido elegidos por conveniencia, y son un grupo de 23 estudiantes de 3º ESO, 10 alumnas y 13 alumnos, pertenecientes a un

centro público de Enseñanza Secundaria situado en un municipio de 11.000 habitantes que posee una economía estable dependiente del sector primario y secundario

Para la recogida de datos hemos utilizado un pretest y un postest que son instrumentos que han sido elaborados y validados por nosotros y que tienen como finalidad, por un lado, en el pretest detectar las ideas previas del alumnado acerca de sexualidad y reproducción humana antes de la implementación de la unidad didáctica sobre dicha temática y, por otro lado, el postest comprobar no sólo la evolución de las ideas previas de los alumnos sino también los aprendizajes adquiridos tras el desarrollo de dicha unidad.

Tanto el pretest como el postest constan de 8 ítems, que se componen de distintas cuestiones abiertas sobre seis puntos fundamentales de la sexualidad y la reproducción humana que son:

1. Características de la reproducción sexual. 2. Anatomía de los aparatos reproductores. 3. Fisiología de la reproducción humana. 4. Cambios de la niñez a la adolescencia relacionados con reproducción y sexualidad. 5. Sexualidad y salud. 6. Relación de reproducción y sexualidad con el resto de aparatos, órganos, sistemas que conforman el cuerpo humano.

Para el análisis de los datos recogidos en el pretest y en el postest hemos elaborado dos tablas de categorías: una para el pretest y otra tabla de categorías para el postest, muy similares aunque con algunas diferencias, que presentamos en el cuadro 1.

Las subcategorías que aparecen subrayadas únicamente están contempladas en el postest por lo que sólo nos centraremos en el aprendizaje del alumnado sobre estos aspectos y no en la evolución de las ideas previas.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
1. Características de la reproducción sexual.	
2. Anatomía de los aparatos reproductores.	
3. Fisiología de la reproducción humana.	3.1. Células reproductoras.
	3.2. Lugar donde se lleva a cabo la fecundación.
	3.3. Proceso de fecundación.
	<u>3.4. Definición de la fecundación.</u>
	3.5. Origen de la sangre de la menstruación.
	<u>3.6. Ciclo ovárico y ciclo menstrual.</u>
4. Cambios de la niñez a la adolescencia relacionados con reproducción y sexualidad.	
5. Sexualidad y salud.	5.1. Hábitos saludables.
	5.2. Respeto hacia distintas opciones sexuales.
	5.3. Acciones en caso de embarazo no deseado.
6. Relación de reproducción y sexualidad con el resto de aparatos, órganos y sistemas.	

Cuadro 1. Categorías para el análisis del pretest/postest

A cada una de estas categorías y subcategorías asignamos 4 indicadores, numerados del 1 al 4, que describen las posibles respuestas dadas por el alumnado a las cuestiones formuladas en el pretest y en el postest relacionadas con dichas categorías. Los 4

indicadores de cada una de las categorías y/o subcategorías están formulados en forma de hipótesis de progresión, y cada uno de ellos corresponde a una dimensión:

1. No sabe/ no contesta: el alumnado no contesta a las cuestiones formuladas y por tanto interpretamos que no existe conocimiento.
2. Conocimiento erróneo o confuso: las respuestas del alumnado no son correctas o son contradictorias y por tanto esto denota que posee una idea confusa o errónea de los contenidos abordados.
3. Conocimiento descriptivo: la respuesta del alumnado es incompleta y por tanto consideramos que posee un conocimiento básico y únicamente descriptivo de los contenidos tratados.
4. Conocimiento interpretativo: la respuesta del alumnado es completa y denota un conocimiento profundo de la materia. El alumnado no sólo es capaz de describir conceptos, sino también de interpretarlos.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

El análisis de los datos recogidos en el pretest y el postest lo realizamos mediante un análisis comparativo de frecuencias de las respuestas del alumnado con respecto a las distintas categorías establecidas. El cálculo de porcentajes de las distintas opciones de respuesta tanto en el pretest como en el postest viene representado en la figura 1.

Según los resultados obtenidos con respecto a la primera categoría, *características de la reproducción sexual*, obtenemos que existe un leve avance del conocimiento del alumnado del postest con respecto al pretest aunque el 35% del alumnado sigue teniendo un conocimiento erróneo y sólo el 17% logran un conocimiento interpretativo considerado éste como el ideal. Entre ese 35% de alumnado con un conocimiento erróneo encontramos gran cantidad de respuestas a las preguntas vinculadas a esta categoría en las que los estudiantes asocian la reproducción sexual únicamente al ser humano y afirma que la diferencia entre reproducción sexual y asexual es que: “la sexual es de dos personas y la asexual de solo una.” Y otros que consideran que: “En la asexual no hay contacto y en la sexual sí”.

En la categoría 2, *anatomía de los aparatos reproductores*, hay un descenso de alumnado que presenta un conocimiento erróneo, aunque hay que considerar el 11% que no contesta en el postest, y aparece un 26% de alumnado que posee un conocimiento interpretativo en el postest ausente en el pretest. Por tanto se puede afirmar que existe avance del conocimiento del alumnado con respecto a esta temática.

La categoría 3, *fisiología de los aparatos reproductores*, se divide en 4 subcategorías en el pretest y 6 en el postest. En general, el conocimiento del alumnado sobre fisiología en el pretest es fundamentalmente erróneo o confuso, ganando algo de terreno en el postest el conocimiento descriptivo sobre la temática; y sólo se consigue un avance hacia el conocimiento deseable en la subcategoría que hace referencia al *lugar donde se lleva a cabo la fecundación*.

Con respecto a las *células reproductoras*, tanto en el PRETEST como en el POSTEST se refleja que no existe ningún alumno que posea un conocimiento interpretativo, pero existe un avance muy considerable del conocimiento del alumnado en el pretest y en el postest, desde lo erróneo a lo descriptivo. Aún así existen todavía un porcentaje alto de alumnos con un conocimiento erróneo o confuso.

Entre las respuestas del alumnado a las cuestiones planteadas en el pretest relacionadas con la presente subcategoría encontramos respuestas tan graves como, que los óvulos son: “células madre”, “donde llevamos la sangre y una cosa para formar al hijo”. Los espermatozoides son: “células padre.”, “como renacuajos que van al óvulo”.

Destacan los resultados con respecto al *proceso de fecundación* que revelan que ninguno de los alumnos es capaz de interpretar correctamente este proceso y consideran, por ejemplo, que la unión de dos o tres espermatozoides y un óvulo es viable.

Además de la evolución de ideas previas en el postest hemos detectado el conocimiento del alumnado sobre el *ciclo ovárico y menstrual*, y sobre la *definición de fecundación*. Con respecto al primer aspecto los resultados son bastante negativos ya que observamos que la mayoría no son capaces ni de definirlos, sólo el 4% lo hace, y ningún alumno es capaz de interpretarlos. Con respecto al concepto de fecundación los resultados son más optimistas existiendo un 100% de alumnado con conocimiento descriptivo.

Son llamativos también los resultados obtenidos con respecto a los conocimientos del alumnado sobre la *menstruación* porque son muy negativos, ya que aunque existe un leve aumento en el postest con respecto al pretest del alumnado que posee un conocimiento descriptivo sobre lo cuestionado (9%), hay un 74% que tras el desarrollo de la unidad no conoce de dónde procede la sangre de la menstruación.

Los resultados más positivos son los obtenidos en relación al conocimiento de *los cambios relacionados con la sexualidad y la reproducción humana de la niñez a la adolescencia*. Precisamente en el aprendizaje de este aspecto tiene un papel bastante considerable la experiencia del alumnado que ya ha sufrido esos cambios. Aún así la mayoría no hace referencia a los cambios psíquicos, obviando el aspecto social y emocional de la sexualidad.

La categoría de *sexualidad y salud* se divide en tres subcategorías. En general los resultados referentes a los conocimientos sobre sexualidad y salud del alumnado tampoco resultan demasiado positivos existiendo un 45% del alumnado que no conoce o que tiene un conocimiento erróneo sobre la temática.

Los datos obtenidos con respecto al conocimiento del alumnado sobre la subcategoría *hábitos saludables* son muy similares tanto en pretest y en postest, y muestran que alrededor de un 34% del alumnado presenta un conocimiento erróneo sobre esta subcategoría frente al 4% que tiene un conocimiento interpretativo.

Los conocimientos sobre *el respeto a las distintas opciones sexuales* perteneciente a la categoría de sexualidad y salud, no sólo no evolucionan sino que se produce retroceso aumentando el porcentaje de conocimiento erróneo. También destaca el alto índice de alumnado que no contesta a las cuestiones relativas a esta subcategoría.

En cuanto a la subcategoría 3, *acciones en caso de embarazo no deseado*, sí se produce un aumento considerable del conocimiento interpretativo del alumnado sobre esta temática del pretest al postest, disminuyendo el conocimiento erróneo o confuso.

Son también muy pesimistas los resultados con respecto a la *relación de sexualidad y reproducción con el resto de órganos, aparatos y sistemas*, ya que no existe ningún tipo de evolución en el postest con respecto al pretest, y tras el desarrollo de la unidad, un 87% del alumnado no relaciona la función reproductiva con el resto del cuerpo humano.

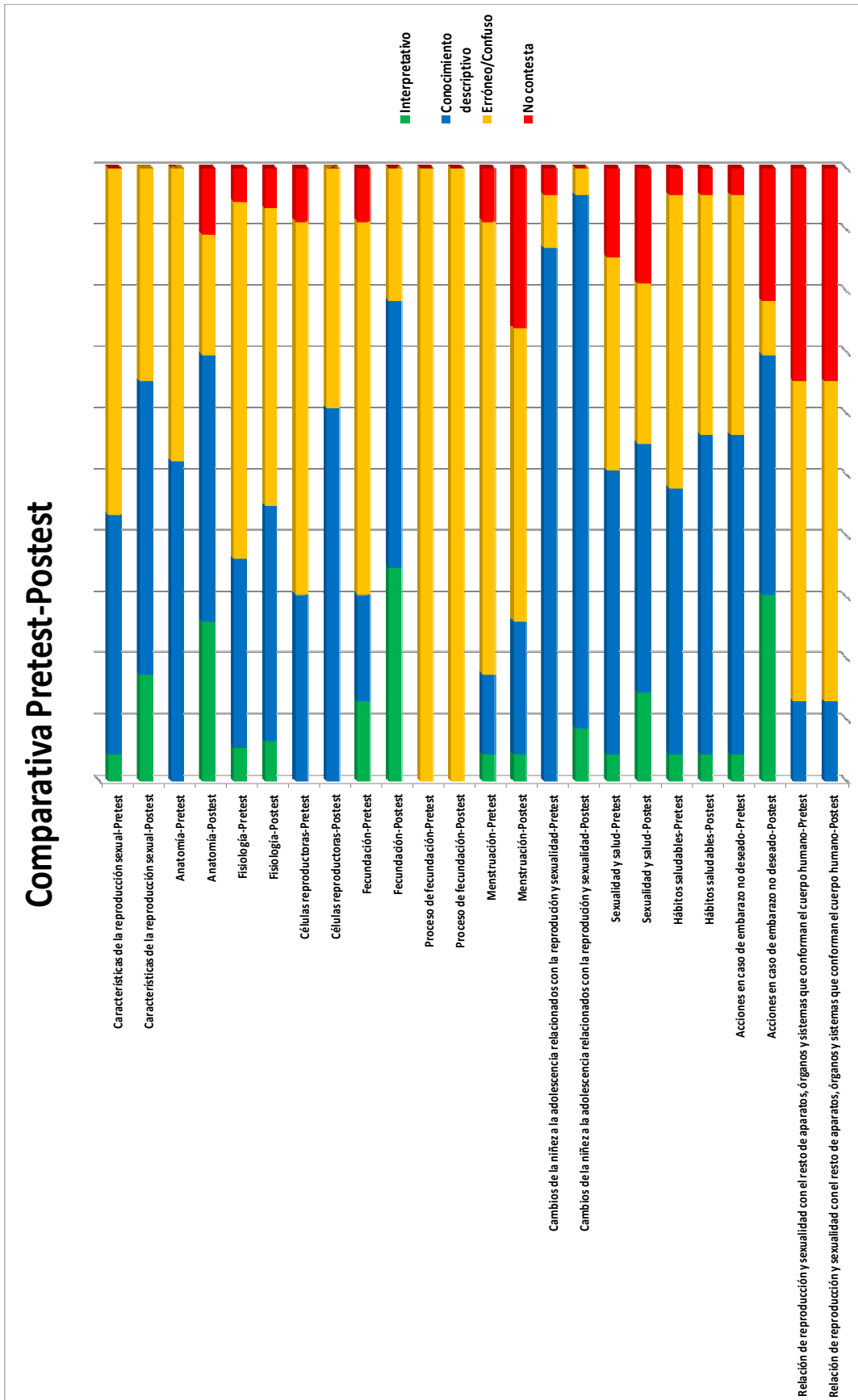


Figura 1. Comparativa pretest / postest.

CONCLUSIONES Y NUEVAS PERSPECTIVAS DEL TRABAJO.

Respondiendo al problema principal del presente estudio, que planteábamos en la introducción y según los datos obtenidos, podemos afirmar que en cuanto a la evolución de las ideas previas se observa un leve avance en todas las categorías estudiadas excepto en el *proceso de fecundación*, subcategoría que pertenece a la categoría de *fisiología*, en la *relación de sexualidad y reproducción humana con el resto de aparatos, órganos y sistemas*, y en la subcategoría del *respeto a las distintas opciones sexuales* perteneciente a la categoría de *sexualidad y salud*; en esta última, no sólo no evolucionan sino que se produce retroceso, aumentando el porcentaje de alumnado con conocimiento erróneo.

A pesar de este leve avance en las ideas previas, los resultados obtenidos reflejan que el alumnado de este grupo determinado de 3º ESO, obtienen unos aprendizajes sobre sexualidad y reproducción humana muy escasos y muy alejados de los objetivos y las finalidades de la educación a las que hacíamos referencia en los fundamentos teóricos de nuestro trabajo.

Consideramos que esta investigación revela la precaria situación de la enseñanza en un contexto escolar determinado, y aunque sabemos que estos resultados no son generalizables, sí pensamos que son extrapolables a contextos similares y que puede servir como base de reflexión a algunos docentes e investigadores. Además en busca de respuestas y soluciones a estos hallazgos nos planteamos un futuro trabajo que consistirá en el diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica sobre sexualidad y reproducción humana para el que tendremos en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA.

- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos de la enseñanza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- Acevedo, J.A. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301.
- Astolfi, J.P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 206-216.
- Banet, E. (2007a). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 5-20.
- Banet, E. (2007b). Nuevas enseñanzas mínimas para las ciencias de la naturaleza (biología y geología) en la ESO: ¿una reforma necesaria? *Alambique*, 53, 77-94.
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla
- Cañal, P.; Porlán, R. y García, J.E. (1988). Ideas previas de los alumnos: Ciencias de la Naturaleza. En Sastre, G. y Moreno, M. (Dir.). *Enciclopedia Práctica de Pedagogía*. Barcelona: Planeta, vol. 1.
- Feito, R. (2008). ¿Qué pasa en la secundaria? *Claves de razón práctica*, 188, 72-77.
- García Barros, S. y Martínez Losada (2006). La reproducción: responsable de promover diferencias en la semejanza. *Padres y Maestros*, 303, 23-27.

- Gil Pérez, D y Vilches, A (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica. Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
- Gil Pérez, D.; Vilches, A.; Fernández, I.; Cachapuz, A.; Praia, J.; Valdés, P., y Salinas, J. (2005). Technology as Applied Science: a Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science. *Science & Education*, 14(3/5), 309-320.
- Marco-Stiefel, B. (2000). La alfabetización científica. En F.J. Perales y P.Cañal (eds.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil, 141-164
- MEC (2006). Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (BOE, 4 de mayo de 2006).
- MEC (2007). Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE, 5 de enero de 2007).
- Pellejero Goñi, y Torres Iglesias, B. (2011). La educación de la sexualidad. El sexo y el género en los libros de texto de Educación Primaria. *Revista de Educación*, 354, 399-427.
- 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.

Las semillas no necesitan la luz para germinar

Maguregi, G.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*

Correo: gurutze.maguregi@ehu.es

RESUMEN

En este trabajo se analizan el discurso de un grupo de estudiantes de primer curso del Grado de Educación Primaria sobre los factores necesarios para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas. Se les planteó una serie de preguntas abiertas y la realización de un trabajo práctico entendido como una actividad investigadora en la que el propio alumnado emitió sus hipótesis, estableció las variables a investigar, el diseño su propia investigación, la toma de datos y evidencias para la obtención de conclusiones respecto a las cuestiones planteadas. El objetivo es analizar si el alumnado maneja los datos y evidencias obtenidas en la investigación realizada para justificar las conclusiones a las que llegan. Los resultados apuntan que, en algunas ocasiones, el alumnado tiene dificultades para aislar variables y poder investigarlas así como para movilizar e integrar distintos conocimientos científicos para obtener basar sus conclusiones.

Palabras clave

Trabajos prácticos, indagación, germinación de semillas

INTRODUCCIÓN

Es indudable que la realización de trabajos prácticos supone una estrategia fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y en la adquisición de la competencia científica. Los objetivos que se persiguen son la comprensión y el aprendizaje de conceptos científicos, es decir *aprender Ciencia* (Hodson, 1992), pero también el desarrollo de una visión más compleja de la ciencia, es decir, participar en la práctica científica (McGinn & Roth, 1999) o en la cultura científica (Jiménez-Alexandre, Díaz & Duschl, 1998).

Sin embargo, la investigación que se ha realizado para comprobar su eficacia concluye que el alumnado, en la mayoría de los casos, no logra conseguir dichos objetivos (Hodson, 1994).

Es por ello, que desde hace varias décadas se está planteando la realización de los trabajos prácticos como la resolución de problemas abiertos, orientados como actividad investigadora (Watson & Caamaño, 1994). Desde esta perspectiva, se debe proporcionar al alumnado la oportunidad de utilizar diferentes habilidades y procesos científicos con la finalidad de que sean capaces de plantear hipótesis, elaborar el diseño de la investigación, analizar los resultados obtenidos y elaborar conclusiones. En definitiva, esta orientación de los trabajos prácticos favorecerá no sólo *aprender Ciencia* sino también *hacer Ciencia*, participando en la cultura científica.

Uno de los trabajos prácticos que se realiza en las aulas de Educación Primaria es el de la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas (CLISP, 1985, 1987). Esta experiencia se suele plantear como la observación descriptiva de la evolución de la

planta, nombrar sus partes y, en algunas ocasiones, realizar mediciones (Márquez & Pedreira, 2005).

Desde la perspectiva de los trabajos prácticos entendidos como actividades investigadoras esta experiencia puede ser modificada tratando que el alumnado se acerque al trabajo científico ante el planteamiento de un problema abierto cuya respuesta no es obvia y requiere que el alumnado lleve a cabo un proceso de indagación, diseñando el proceso a seguir para resolverlo (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Esta investigación forma parte de un proyecto más amplio, “HAZI”, acrónimo de la frase en euskara “Hitz eginez, Argudiatuz Zientziak I(ra)ka(t)si”, cuya traducción literal sería: “Hablar y argumentar para aprender ciencias”, que estamos llevando a cabo un grupo de profesoras del Departamento en la Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao, UPV/EHU, para el que se han diseñado tres secuencias de tipo indagativo, cuyo objetivo es que el alumnado obtenga conclusiones basadas en los datos de su indagación y, de esta manera, desarrolle la competencia científica. Se trata de analizar si las secuencias indagativas favorecen no sólo el aprendizaje de los conceptos científicos que se trabajan, *aprender Ciencia*, sino también *hacer Ciencia*.

En esta comunicación presentamos un avance de los resultados obtenidos en cuanto a una de las secuencias diseñadas, la relacionada con el modelo de ser vivo, a través del estudio de la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas. Las preguntas a las que tratamos de dar respuesta son:

- ¿cuáles son las hipótesis que plantea el alumnado respecto a los factores necesarios para la germinación de las semillas?
- ¿las conclusiones respecto a las hipótesis iniciales están basadas en los datos obtenidos de las investigaciones que el propio alumnado ha diseñado y puesto en práctica?

METODOLOGÍA: CONTEXTO Y PARTICIPANTES

La propuesta de trabajo se basa en la realizada por Márquez & Pedreira (2005) para trabajar con alumnado de Educación Primaria sobre los factores que afectan al proceso de germinación de las semillas y al de crecimiento de las plantas.

En nuestro caso, la intervención se ha llevado a cabo con un grupo de la asignatura “Ciencias de la Naturaleza en el aula de Educación Primaria I” de primer curso del Grado de Educación Primaria durante tres sesiones presenciales de prácticas de aula en la que el grupo está desdoblado, entre febrero y marzo de 2012. En la primera sesión participaron 72 estudiantes (54 chicas y 18 chicos) distribuidos en 18 grupos de 4 personas cada uno.

En la primera sesión se solicitó que respondieran a un cuestionario escrito de manera individual para conocer su opinión sobre si las semillas eran seres vivos, los factores que influían en la germinación y en el desarrollo posterior, que emitieran sus ideas iniciales, plantearan hipótesis y propusieran una investigación para comprobarlo. Una vez respondido este cuestionario individual se formaron grupos de cuatro personas que tenían que responder, también por escrito, al mismo cuestionario. Al finalizar esta actividad, se repartió a cada estudiante un sobre con varias semillas de alubia y se les solicitó que diseñaran y realizaran una investigación y que redactarán un informe sobre la misma. También se les pidió que en el plazo de cuatro semanas trajeran a clase el resultado de sus investigaciones: las plantas y los informes individuales.

La segunda sesión se realizó pasadas cuatro semanas. El alumnado entregó sus informes individuales escritos y trajo sus plantas de alubia. Se reunieron en grupo para intercambiar sus experiencias y tratar de llegar a conclusiones consensuadas respecto a las hipótesis emitidas, el diseño de la investigación realizada así como las conclusiones obtenidas basadas en la investigación. Esta sesión fue grabada en audio y también se recogieron los informes grupales que redactaron durante esta sesión.

Analizadas las respuestas de estos informes grupales se planteó una tercera sesión para que el alumnado reflexionara sobre la diferencia entre las ideas iniciales emitidas por los grupos y las finales, basándose en las investigaciones que habían realizado. Se recogieron los informes escritos y también fue grabada en audio.

En las transcripciones se ha mantenido el sexo de cada estudiante y se han utilizado nombres supuestos cuya primera letra comienza por el grupo al que pertenece.

RESULTADOS

Los resultados que presentamos se han centrado en uno de los aspectos estudiado: los factores necesarios para la germinación de las semillas, y se basan en el análisis de los informes grupales escritos de las dos primeras sesiones, así como los informes individuales escritos de las investigaciones realizadas.

En este sentido, hemos tenido en cuenta los que los grupos mencionan tanto en la primera sesión, la inicial, en la que se están detectando las ideas previas y se les pregunta de manera explícita sobre los mismos, como en la que hemos denominado final, la segunda sesión, una vez realizada la investigación y obtenidas las primeras conclusiones. En la Tabla 1 se reflejan los factores tenidos en cuenta y el número de grupos que los considera:

	Primera sesión Inicial Nº de grupos	Segunda sesión Final Nº de grupos
Agua	18	18
Luz	12	-
Temperatura	8	16
O ₂	8	8
Sustrato	8	8
Sales minerales	8	-
Protección	2	1
CO ₂	3	-

Tabla 1. Resultados relativos a los factores que influyen en la germinación de las semillas y el número de grupos que los menciona

El análisis de los resultados parece indicar que un número elevado de grupos considera, inicialmente, como factores determinantes en la germinación de las semillas el agua y la luz. Pasamos a continuación a analizar estos resultados con más detalle.

Todos los grupos consideran el agua como un factor esencial en la germinación de las semillas desde el momento en que están emitiendo sus ideas previas. A continuación se presenta dos fragmentos de los informes de investigación realizados por una alumna del

Grupo A y otra del Grupo E, en el que han escrito sus hipótesis, en relación a este factor, para la realización de la investigación:

Amaia: En mi opinión, para que una semilla de alubia germine son necesarias el agua y la energía que proporciona el sol. Pero tenemos que tener en cuenta, ..., que cada factor deberá ser en su medida, ni mucho, ni poco.

Eguzkine: ..., para que germine la semilla es necesario colocarla en un lugar húmedo (algodón humedecido)... Como un lugar húmedo considero también tierra húmeda, de manera que, ..., la semilla también germinará en tierra húmeda. A menudo hemos oído que si se riegan mucho las plantas se mueren, por lo que, en mi opinión, a las semillas les pasa lo mismo, si en vez de dejarlas en un lugar húmedo las colocamos en agua. En mi opinión, no germinará y se pudrirá.

Para corroborar su hipótesis han manejado esta variable, de manera que han comprobado la importancia de la misma en la germinación de las semillas. Esto queda reflejado en las conclusiones a las que llegan estas dos alumnas.

Amaia: La (semilla) que ha estado en el pote sin agua no ha germinado y la otra (la que ha tenido demasiado agua) huele mal, parece que está podrida. En este caso vemos que el agua es necesaria para que se produzca el proceso de germinación, pero en cierta medida. En estas dos pruebas he utilizado el factor agua en un extremo y en otro, esto es, estar sin agua o con demasiada. Así, podemos comprobar cómo utilizándolo de manera extrema puede tener influencia en la germinación de las semillas de una manera negativa.

Eguzkine: Esta claro que las dos semillas que dejé sin agua no han germinado.

En cuanto a la necesidad de luz, al inicio 12 de los 18 grupos consideran la luz como uno de los factores determinantes en la germinación. A continuación se presentan dos fragmentos de los informes de investigación realizados por dos estudiantes, una del Grupo E y otra del Grupo S, en los que plantean como hipótesis a comprobar la variable luz.

Eider: Para confirmar si es necesaria o no la luz, he colocado un pote dentro de una caja, para que no le dé la luz. Los otros cinco potes, por el contrario, los he colocado en un lugar donde les dé la luz. En mi opinión, las plantas, y también las semillas, necesitan luz para crecer, por lo que supongo que la que esté dentro de la caja no germinará.

Sara: Para que una semilla de alubia germine creo que necesita agua, oxígeno, tierra y rayos de sol. Para comprobar esa hipótesis quitaré una de esas variables para comprobar si germina o no. Lo primero, llenaré un pote de tierra y colocaré la semilla. Lo dejaré en un lugar soleado y luminoso y lo regaré.

Una vez realizada la investigación todos los grupos han llegado a la conclusión de que la luz no es necesaria para la germinación, comprobando que su hipótesis era incorrecta.

Eider: .. tenía dudas con el pote que estaba en la oscuridad, porque no estaba segura de si germinaría o no. Pero ha germinado, por tanto, parece que la semilla puede germinar también sin luz..

Sara: La investigación que he hecho me ha sido muy útil porque me he dado cuenta de que las hipótesis iniciales eran falsas.(...) he comprobado que los rayos de sol no son necesarios.

El último factor que analizaremos es el que está relacionado con la temperatura. Como aparece en la Tabla 1, la temperatura es considerado uno de los factores determinantes en la germinación por 8 grupos. Como ejemplo presentamos las hipótesis que respecto a este factor mencionan dos estudiantes, una del Grupo G y otro del Grupo H.

Gentzane: He puesto a germinar una semilla de alubia en condiciones de temperatura no adecuada, para ello la metí en el frigorífico. Hipótesis: sin una temperatura adecuada (ni muy fría ni muy caliente) es imposible que se desarrolle la vida.

Hegoi: Para que germinen las semillas es necesario una temperatura adecuada, es decir, templada porque con frío no germinará.

Una vez realizada la investigación el número de grupos que considera que la temperatura es una factor importante en el proceso de germinación se duplica (pasa de 8 grupos a 16 grupos).

Txomin: Sólo han germinado las dos semillas que sembré en el balcón. (...) Al principio, como la temperatura ambiente era bastante buena, las semillas de alubia germinaron. Pero después, en mi opinión, como ha hecho frío, las plantas se murieron, además, cada vez que llovía o nevaba, la tierra las absorbía y quizá tenían mucho agua.. Así, puedo decir que estas semillas no han crecido porque no han tenido algunos factores que son necesarios, como una temperatura adecuada...

Queremos destacar que 8 de los 18 grupos considera tanto en la primera sesión como en la segunda, una vez realizada la investigación, que el O₂. es un factor necesario en la germinación de las plantas.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

En cuanto a la metodología propuesta podemos concluir que ha sido valorada positivamente por el alumnado participante, sobre todo, en cuanto a la implicación personal en el planteamiento de hipótesis y el diseño de la investigación, tal como lo reflejan en los informes individuales una vez realizada la investigación. En este sentido, incidimos en la importancia de plantear las actividades prácticas en las clases de ciencias, en definitiva, en la educación científica, como verdaderas investigaciones, de manera que el alumnado se implique en el trabajo científico (Carrascosa, Gil & Vilches, 2006; Reigosa & Jiménez-Aleixandre, 2011).

Se han apreciado dificultades en el diseño de la investigación, en concreto, en el control de determinadas variables para poder contrastar sus hipótesis iniciales. Esto puede ser debido a la percepción de las actividades prácticas como la realización de una serie de pasos que son indicados por el profesorado. Esta visión puede proceder de la experiencia personal en los años de escolaridad en los que las prácticas se han planteado como recetas o pasos a seguir (Lunetta, 1998).

En cuanto a los factores necesarios para la germinación de las semillas el alumnado descarta la necesidad de luz, aunque entraba en sus hipótesis iniciales. Las investigaciones realizadas les han proporcionado los datos suficientes para desestimarla,

ya que tanto las semillas que han estado en la obscuridad como las que han estado fuera han germinado.

La mitad de los grupos consideraban el O₂ como un factor necesario en el proceso de germinación, tanto en el momento inicial como una vez realizada la investigación. Debemos reconocer que es una variable difícil de aislar en una investigación de esta naturaleza. Sin embargo, a nivel teórico, tampoco parece que relacionen el O₂ con la respiración, es decir, con que las plantas respiren, como ya se ha constatado en otras investigaciones (Cañal, 2005; Charrier, Cañal & Rodrigo, 2006). Y tampoco son conscientes de que durante el proceso de germinación la nutrición no es autótrofa, porque las semillas utilizan sus sustancias de reserva para la obtención de nutrientes (García-Barros & Martínez-Losada, 2001). Esto puede ser debido a que durante toda su vida escolar han estudiado que las plantas son organismos autótrofos que se nutren gracias a la función fotosintética.

En este sentido podemos apuntar las dificultades del alumnado para movilizar conocimientos científicos adquiridos a lo largo de sus años de escolarización y tratar de manejarlos en la interpretación de los fenómenos científicos investigados utilizándolos como conocimiento básico en el momento de argumentar para obtener conclusiones.

Esto nos induce también a realizar modificaciones en el diseño de la secuencia, de manera que se planteen preguntas o cuestiones que favorezcan la activación de estos conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado durante el curso 2011-2012 gracias a la colaboración del alumnado de primero del Grupo 32 del Grado de Educación Primaria de la Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao.

BIBLIOGRAFÍA

Cañal, P. (2005). *La nutrición de las plantas: enseñanza y aprendizaje*. Madrid: Síntesis.

Carrascosa, J., Gil, D. & Vilches, A. (2006) Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física (online)*, 23 (2), 157-181. Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde <http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/23-2/artpdf/a1.pdf>

Charrier, M., Cañal, P. & 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.

CLISP (Children's Learning in Science Project). (1985). Secondary students' ideas about plant nutrition: Workshops pack. Leeds (England): Centre for Studies in Science and Mathematics Education. Universidad de Leeds. Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/file/6394/Secondary%20students'%20ideas%20about%20plant%20nutrition;%20workshop%20pack.pdf>

CLISP (Children's Learning in Science Project). (1987). Approaches to Teaching Plant Nutrition. Leeds (England): Centre for Studies in Science and Mathematics Education. Universidad de Leeds. Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde

<http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/file/6396/Approaches%20to%20teaching%20plant%20nutrition.pdf>

García-Barros, S. & Martínez-Losada, C. (2001). Las actividades de ciencias en Educación Primaria. Algo más que observar y manipular. En E. Torres Lombardo (Coord.), *La experimentación en la enseñanza de las Ciencias*. (pp. 197-220). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Hodson, D. (1992). Redefining and reorienting practical work in school science. *School Science Review*, 70, 33-40.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Díaz, J. & Duschl, R.A. (1998, Abril). *Scientific culture and school culture: epistémico and procedural components*. Comunicación presentada en la Reunión anual de NARST. San Diego, C.A.

Lunetta, V. (1998). The school science laboratory: historical perspectives and contexts for contemporary teaching. En B. J. Frazer & K. Tobin (Eds). *International Handbook of Science Education* (pp. 249-262). London: Kluwer Academic Publishers.

Márquez, C. & Pedreira, M. (2005). Dialogar sobre lo esencial: una propuesta de trabajo en la clase de ciencias. *Alambique*, 44, 105-112.

McGinn, M. K. & Roth, W.H. (1999). Preparing students for competent scientific practice: implications of recent research in Science and Technology *Studies. Educational Researcher*, 28 (3), 14-24.

Reigosa, C. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). Formas de actuar de los estudiantes en el laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (1), 23-34

Watson, J. R. & Caamaño, A. (1994). Diseño y realización de investigaciones en la clase de ciencias. *Alambique*, 2, 57-65.

Diseño de un cuestionario para evaluar una propuesta de formación inicial de maestros

Martínez-Chico, M. López-Gay, R., Jiménez-Liso, R.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Almería (mmartinez@ual.es)*

RESUMEN

Se presenta el proceso de diseño e implementación de un cuestionario que pretende conocer en qué medida se ha logrado a través del proceso de instrucción un cambio de pensamiento entre los maestros en formación inicial respecto a distintas dimensiones fundamentadas en la literatura. La elaboración del cuestionario obedece a un diseño pre-experimental: *pretest – instrucción – postest*; de manera que se pretende valorar la incidencia de nuestra propuesta de formación sobre diferentes concepciones acerca de la ciencia y el trabajo científico, la importancia de la enseñanza de las ciencias, lo que consideran que es el aprendizaje y lo que debería ser la enseñanza de las ciencias, de futuros maestros de Primaria.

Palabras clave

Formación inicial, cambio de creencias, evaluación de propuestas, cuestionario.

INTRODUCCIÓN

Numerosos trabajos e informes destacan el papel relevante del profesorado para que el cambio de la enseñanza de las ciencias en las aulas se haga efectivo (Darling y Bransford, 2005; Pollen Project, 2006; Rocard, 2007, COSCE, 2011). Por ello la comprensión de los procesos de cambio que experimentan los docentes de ciencias así como los aspectos que los facilitan u obstaculizan, resultan clave en las investigaciones sobre formación del profesorado (Mellado, 2003).

Este reconocimiento de la importancia de la formación docente se ve reflejado en las líneas temáticas de diferentes Congresos y Encuentros, sin embargo un análisis de los trabajos presentados muestra el escaso número de aportaciones que describen y discuten una propuesta concreta de contenido, aunque hay aportaciones de gran interés sobre fundamentos, dificultades y obstáculos, actividades puntuales, etc. Nuestro intercambio con profesores responsables de la formación inicial nos ha mostrado la existencia de contenidos y enfoques dispares entre las distintas universidades e incluso entre profesores de la misma universidad, confirmado en el estudio realizado por Benarroch y Cobo (2004).

Esta situación nos ha llevado a intentar abordar la siguiente cuestión: *¿Cuáles son las necesidades formativas de un futuro maestro de ciencias? Y por tanto, ¿Cómo han de enfocarse las propuestas concretas de formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias?*

Los futuros docentes tienen un conjunto de ideas sobre el contenido científico y las finalidades de la enseñanza de las ciencias, sobre la manera en que se produce el aprendizaje, lo que es la ciencia y la actividad científica, y las estrategias de enseñanza

y evaluación... que configuran el *pensamiento docente espontáneo*. Se trata de un conjunto de ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza construidos inconscientemente durante su etapa como escolares, que ha sido identificado como uno de los grandes obstáculos para el cambio de la enseñanza (Tobin y Espinet, 1989). Por tanto, es necesario dirigir el diseño de las distintas propuestas de formación inicial de maestros hacia un proceso de cambio de pensamiento que atienda a las dificultades asociadas al mismo, lo cual requiere prestar atención a las siguientes dimensiones:

- Dominio de la *materia a enseñar*, superando los graves errores y promoviendo la comprensión de los conceptos y modelos que tendrán que enseñar. La importancia del dominio del contenido científico, destacada en distintos estudios (Grossman et al., 1989; Darling y Bransford, 2005; OECD, 2005; NSES, 2000) a veces ha recibido poca atención en los programas de formación del profesorado a pesar de que la falta de conocimientos es uno de los principales impedimentos para el cambio (Tobin y Espinet, 1989; Gil, 1991), y está relacionada con inseguridad y las actitudes negativas hacia la enseñanza (Parker, 2006).
- Concepciones sobre la *ciencia* y el *trabajo científico*, y la *justificación de la enseñanza de las ciencias*. Desde hace dos décadas existe un fuerte consenso en torno a la necesidad de una ciencia para todos en la educación obligatoria debido a su importancia para el desarrollo personal, la inclusión social y la participación activa de los ciudadanos (Gil et al., 2005; Osborne y Dillon, 2008; COSCE, 2011). Del mismo modo, se insiste en la importancia de la competencia científica entendida como la *capacidad y voluntad de utilizar los conocimientos y la metodología empleados para explicar la naturaleza con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas*, según el Consejo y el Parlamento de la UE. Este enfoque de ciencia para todos, lleva a la necesidad de cuestionar entre los futuros docentes la visión que reduce el fin de la enseñanza de las ciencias al conocimiento de hechos puntuales o a la preparación para estudios de ciencias posteriores; así como cuestionar concepciones simplistas sobre la ciencia y la actividad científica debido a su posible relación con su enseñanza (Akerson et al., 2006; Gil, 1991).
- Concepciones sobre el *aprendizaje*, superando visiones simplistas basadas en un modelo de aprendizaje de vaso vacío. Muchos trabajos han puesto de manifiesto que las personas elaboran explicaciones sobre los fenómenos que les rodean, explicaciones que no coinciden con las científicas y que son conocidas como concepciones alternativas (Driver et al., 1989; Wandersee et al., 1994). Ésta línea está asociada al surgimiento de una nueva concepción del aprendizaje *de orientación constructivista* y sostiene que construimos nuestros propios significados a partir de nuestros conocimientos previos, de manera que el conocimiento es construido activamente por el sujeto que aprende.
- Concepciones sobre la *enseñanza de las ciencias*, sobre la *evaluación*, y sobre el papel del *docente*, superando visiones simplistas basadas en un modelo de enseñanza que considera el contenido y la explicación del profesor como el eje director de la clase, y promoviendo propuestas de enseñanza centradas en el alumnado, coherentes con las perspectivas planteadas sobre el aprendizaje y la finalidad de la enseñanza de las ciencias. En las últimas décadas se han desarrollado propuestas alternativas de este tipo que siguen enfoques de enseñanza basados en la indagación, entendida esta en el contexto escolar, lo cual exige enfrentarse con preguntas que tengan sentido y abordarlas realizando una actividad científica basada en la argumentación y el uso de pruebas (Sardá y Sanmartí, 2000; Jiménez Aleixandre, 2010; Gil et al., 1991; Howes,

2008; Artigue et al., 2010). Por otro lado, sea cual sea el enfoque de la enseñanza que se desarrolla en el aula, si la evaluación sigue favoreciendo el aprendizaje repetitivo, el esfuerzo de los estudiantes se dirigirá en ese sentido, lo cual ha llevado a formular propuestas de evaluación coherentes con estos enfoques de enseñanza (Alonso et al., 1996; NRC, 2000)

Teniendo en cuenta estas dimensiones, hemos diseñado una propuesta de formación inicial de maestros para enseñar ciencias. Pensamos que es necesario y posible un enfoque integrado en el que los futuros maestros aprendan contenidos científicos mediante una metodología coherente con la construcción de los conocimientos científicos y al mismo tiempo que reflexionen sobre la naturaleza de esos conocimientos, sobre cómo están aprendiendo y cómo podrían enseñar, cambiando así su actitud y expectativas (López-Gay et al., 2009). Diferentes trabajos han mostrado la importancia y efectividad de que los futuros docentes *vivan* secuencias de enseñanza innovadoras durante su proceso de formación que les sirvan de modelo metodológico (Wandersee et al., 1994; COSCE, 2011, López-Gay et al., 2011), secuencias coherentes en las que se integre el aprendizaje de contenidos, de estrategias de enseñanza y de las ideas de los estudiantes.

La propuesta que hemos diseñado se organiza en torno a dos planos que resultan complementarios (fig. 1). Por una parte, una reflexión explícita sobre su experiencia escolar y creencias en torno a cuestiones fundamentales: *qué es la ciencia y cómo funciona, por qué es necesario aprender ciencias, cómo se produce el aprendizaje de las ciencias, y cómo enseñar ciencias*. Por otra, la vivencia de una experiencia de aprendizaje sobre un contenido concreto, mediante un enfoque de enseñanza de las ciencias basada en la indagación, que va acompañada de reflexiones sobre las mismas cuestiones fundamentales.

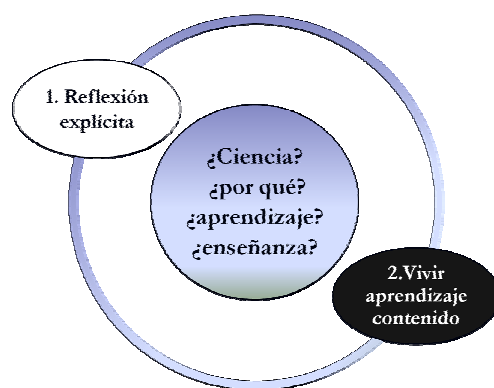


Figura 1. Planos en torno al los cuales se organiza la propuesta diseñada.

Este trabajo de diseño fundamentado y desarrollado en programas de actividades forma parte de otro más amplio que será publicado en la tesis doctoral de la primera autora.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Para conocer en qué medida se ha logrado el cambio de pensamiento respecto a las distintas dimensiones presentadas, valorando en este caso la incidencia de nuestro programa en el cambio de concepciones, hemos realizado un diseño experimental que nos permita obtener conclusiones por triangulación de resultados, utilizando instrumentos que combinen un enfoque cualitativo y cuantitativo: análisis de diarios de

clase on-line del alumnado y de las profesoras, cuestionario sobre creencias de los futuros docentes, análisis de tareas producidas por el alumnado, entrevistas a alumnos/as, un grupo de discusión formado por estudiantes, etc.

En este trabajo presentamos el proceso de elaboración, implementación y validación del cuestionario, obedeciendo a un diseño pre-experimental: *pretest – instrucción – postest*, sin grupo de control.

Diseño y validación de un cuestionario

Se ha optado por la elaboración de un cuestionario formado por un conjunto de ítems a valorar mediante una escala tipo Likert de 1 a 5 (*1= Muy en desacuerdo; 2= En desacuerdo; 3= Neutral; 4= De acuerdo; 5= Muy de acuerdo*). Para la redacción de los ítems se establecieron tres categorías siguiendo la revisión de la literatura y la opinión de personas expertas en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales recogida a través de más de 15 entrevistas. Estas categorías son:

- a) Ciencia, trabajo científico y justificación de la enseñanza de las ciencias
- b) Estudiantes y aprendizaje
- c) Docente, enseñanza y evaluación

Siguiendo el mismo criterio, identificamos un total de 23 ideas fundamentales, de los cuales 6 se refieren a la primera categoría (*a*), 7 a la segunda (*b*) y 10 a la tercera (*c*). A continuación redactamos dos ítems para cada idea fundamental, uno en sentido positivo y otro en sentido negativo para poder comprobar después la consistencia en las respuestas de los participantes, obteniendo un total de 46 ítems. Así confeccionamos un primer cuestionario (A) eligiendo al azar uno de los dos ítems de cada idea fundamental con la restricción de que resultasen 11 ítems expresados en sentido positivo y 12 en negativo. Con los ítems restantes confeccionamos un segundo cuestionario (B). Finalmente los ítems de cada cuestionario fueron ordenados aleatoriamente.

La validación del instrumento se ha llevado a cabo atendiendo a distintos aspectos:

Validación del contenido. La selección de las categorías y el contenido de los ítems están respaldados por la literatura y la opinión de personas expertas. Además, para determinar si los ítems del instrumento indagan las categorías o dimensiones propuestas, dos de los autores del trabajo han clasificado y juzgado la adecuación de las categorías establecidas para cada variable, en función de los fundamentos teóricos y del objetivo del cuestionario.

Pilotaje del instrumento. Para comprobar la claridad en la redacción de los ítems de manera que los participantes entiendan lo que se solicita se realizó una prueba piloto mediante la administración del instrumento a un grupo de 19 individuos con características similares a los que componen la muestra. En primer lugar se les pasó el cuestionario A, y 40 minutos después de haberlo recogido se les pasó el cuestionario B.

Consistencia en las respuestas: Recordemos que cada idea fundamental está reflejada en dos ítems, uno en sentido positivo y otro negativo, cada uno de ellos en uno de los cuestionarios. Consideramos que la respuesta de un individuo a una idea es incoherente cuando la suma de la puntuación asignada a sus dos ítems es mayor que 8 o menor que 4. Para eliminar los individuos de la muestra piloto que contestan al azar hemos seguido un criterio exigente: cuando en las valoraciones de ese individuo aparecían incoherencia en más del 15% de las ideas (4 de 23). Con este criterio, quedaron excluidos los cuestionarios de seis individuos para el posterior análisis estadístico.

Validación del contenido (redacción): El siguiente paso fue identificar ítems que estaban mal redactados analizando las respuestas de los 13 individuos restantes. Para cada una de las 23 ideas, siguiendo el criterio ya expuesto analizamos la coherencia en las repuestas de los 13 individuos. Cuando más del 20% de ellos contestaban de forma incoherente concluíamos en la necesidad de modificar la redacción. Este análisis nos llevó a modificar la redacción de dos ítems de dos ideas distintas, de manera que se apreciase mejor el carácter opuesto de la redacción de cada uno de ellos respecto a su par.

Como resultado de este proceso de elaboración y validación de los ítems, obtuvimos dos cuestionarios, A y B (ver anexo).

Aplicación del instrumento

Se ha considerado como población a la totalidad de alumnos y alumnas matriculados en 2º curso del Grado de Maestro en Ed. Primaria en la U. de Almería, que la propia universidad tienen distribuidos en 4 grupos diferentes, y a los que imparten clase 3 profesores distintos. Todos esos alumnos y profesores participan en el desarrollo de la propuesta de enseñanza que hemos diseñado y cuyo efecto en determinadas concepciones de los alumnos pretendemos medir.

El pre-test se pasó a una muestra de 200 alumnos/as el primer día de clase. En condiciones de examen (de forma autónoma y en completo silencio, en presencia de uno de los investigadores) y después de explicar brevemente el objetivo de nuestro trabajo, primero completaron el cuestionario A y 40 minutos después el cuestionario B para evitar el factor recuerdo.

En el encabezado de cada cuestionario se podía leer: “*Necesitamos conocer tu opinión personal sobre una serie de afirmaciones. Por favor, expresa tu grado de acuerdo o desacuerdo con cada afirmación mediante un número de 1 a 5 de acuerdo con esta escala...*”. Además se les pedía que se identificaran con su número de DNI para el futuro análisis estadístico.

Análisis a realizar

Con el propósito de determinar la fiabilidad del instrumento, es decir, su capacidad para demostrar estabilidad y consistencia en sus resultados, se utilizará el Coeficiente *Alpha de Cronbach* para analizar los cuestionarios del pretest. Este coeficiente es uno de los más utilizados para establecer la fiabilidad de cuestionarios o escalas y está basado en la consistencia interna del mismo. Depende, tanto del número de ítems del instrumento, como de la correlación entre los mismos o sus covariancias; sus valores deben ubicarse entre 0.0 y 1.0, y se consideran valores aceptables a partir de 0.70. Para llevar a cabo este análisis, se empleará el paquete estadístico SPSS, versión 19.

Para estudiar la influencia de nuestro programa de formación en cada una de las ideas, teniendo en cuenta el amplio tamaño de la muestra, se utilizarán coeficientes estadísticos paramétricos para muestras relacionadas.

El primer análisis estadístico está en proceso de ejecución. El segundo necesita esperar a la conclusión del desarrollo de la asignatura para poder pasar el postest, Los resultados y principales conclusiones obtenidas de ambos análisis serán presentadas en la comunicación durante los Encuentros

BIBLIOGRAFÍA

Akerson, V.L., Morrison, J. A. y Roth McDuffie, A. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 194-213.

Alonso, M., Gil Pérez, D. y Martínez-Torregrosa, J. (1996). Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en la enseñanza constructivista de las Ciencias. *Investigación en la Escuela*, 30, 15-26.

Artigue, M., Baptist, P. Dillon, J., Harlen W. y Léna, P. (2010). *Fibonacci Starting Package: Scientific background*. Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde: www.fibonacci-project.eu

Benarroch, A. y Cobo, P. (2004). El Programa de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural ante el Espacio Europeo de Educación Superior. En: Echevarría, I. 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.

Confederación de Sociedades Científicas de España. (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.

Darling-Hammond y J. Bransford (Eds.). (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. San Francisco: Jossey-Bass.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata/MEC.

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 188-199.

Gil, D., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? En: *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* (OREALC/UNESCO: Santiago). Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde: <http://www.oei.es/decada/libro.php>

Grossman, P.L., Wilson, S.M. y Shulman, L.S. (1989). Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching. En: M.C. Reynolds (ed.): *Knowledge Base for the Beginning Teacher*. Pergamon Press, Oxford, pp. 23-36.

Hammerness, K., Darling-Hammond, L., Grossman, P., Rust, F. y Shulman, L. (2005). *The design of teacher education programs*. In L. Darling-Hammond & J. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (pp. 390-441). San Francisco: Jossey-Bass.

Howes, E.V., Lim, M., y Campos, J. (2008). Journeys into inquiry-based elementary science: Literacy practices, questioning, and empirical study. *Science Education*, 93(2), 189-217.

Jiménez Aleixandre, M.P. (2010). 10 ideas clave: Competencias en Argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó.

López-Gay, R.; Jiménez Liso, M.R.; Osuna, L. y Martínez Torregrosa, J. (2009). El aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Una oportunidad para la formación de maestros. *Alambique*, 61, 27-37.

- López-Gay, R., Jiménez-Liso, R., Martínez-Chico, M. (2011). Formación inicial de maestros y maestras para enseñar ciencias. Universidad de Almería (Ed.). *V Memoria de actividades sobre Innovación Docente y coordinación en la Universidad de Almería (Curso académico 2010-2011)*, pp. 51-53.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de Ciencias Experimentales y Filosofía de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 343-358. Último acceso el 10 de marzo de 2012, desde: <http://ensciencias.uab.es/revistes/21-3/343-358.pdf>
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- OECD (2005). *Teachers matter Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers Education and Training Policy*. Paris: OECD Publications. Último acceso el 21 de marzo de 2012, desde: www.oecd.org
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Informe Nuffield (Nuffield Foundation), UK. Último acceso el 12 de febrero de 2012, desde: http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf
- Parker, J. (2006) Exploring the Impact of Varying Degrees of Cognitive Conflict in the Generation of both Subject and Pedagogical Knowledge as Primary Trainee Teachers Learn about Shadow Formation. *International Journal of Science Education* 28(13), 1545-157.
- Pollen Project (2006). *Seed Cities for Science a community approach for a sustainable growth of science education in Europe*. Último acceso el 13 de marzo de 2012, desde: <http://www.pollen-europa.net>
- Rocard, M., (dir.) Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg Henriksson, H. y Hemmo, V. (2006). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, European Comission. Último acceso el 13 de marzo de 2012, desde: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Sardá, A.; Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias* 18 (3), 405-422.
- Tobin, K. y Espinet, M. (1989). Impediments to change: application of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. y Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science, 177-210. En: Gabel D.L. (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. A Project of the National Science Teachers Association (MacMillan Pub. Co.: New York)

ANEXOS

NECESITAMOS CONOCER TU OPINIÓN PERSONAL SOBRE UNA SERIE DE AFIRMACIONES. POR FAVOR, EXPRESA TU GRADO DE ACUERDO O DESACUERDO CON CADA AFIRMACIÓN MEDIANTE UN NÚMERO DE 1 A 5 DE ACUERDO CON ESTA ESCALA: 1. MUY EN DESACUERDO, 2 EN DESACUERDO, 3 NEUTRAL, 4 DE CUERDO, 5, MUY DE ACUERDO

	AFIRMACIONES SOBRE EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN PRIMARIA	1 - 5
A	En clase de ciencias los niños de Primaria deben realizar actividades científicas: plantearse preguntas, emitir hipótesis, buscar pruebas, comunicar resultados...	
B	El libro de texto debe ser una fuente de información y de actividades a disposición del docente en su trabajo de planificación y/o toma de decisiones	
C	La comunicación e intercambio de ideas es un elemento imprescindible para generar conocimiento científico y aceptarlo como válido	
D	Las ideas científicas y las ideas espontáneas (que proceden de nuestra relación diaria con los demás y con el medio físico) son aceptadas usando los mismos criterios	
E	Los niños ya han elaborado su propia explicación espontánea sobre los fenómenos cercanos antes de aprender una explicación científica	
F	Si la información es proporcionada de forma clara y la persona concentra su atención es bastante probable que aprenda las ideas científicas	
G	En las clases de ciencias se han de transmitir a los niños/as las ideas ya aceptadas y confirmadas por los científicos	
H	La claridad y el orden de la propia explicación es más importante que el interés y el compromiso por aprender la explicación	
I	Para no generar confusión, en la clase de ciencias el profesor debe transmitir las ideas ya confirmadas por los científicos	
J	El contenido de una clase de ciencias (por ej. <i>la materia y sus transformaciones</i>) debe estar determinado por los fenómenos cercanos a los que se va a buscar explicación (por	
K	El trabajo científico es un proceso creativo y abierto, orientado por la formulación de preguntas y la búsqueda de pruebas para aceptar o rechazar soluciones	
L	Aunque tenga un libro de texto, por ahora no me siento capaz de enseñar bien ciencias a niños de Primaria	
M	La repetición de la idea correcta por parte del maestro, tantas veces como sea necesario, es una estrategia adecuada para corregir las explicaciones personales de los niños y	
N	Cuando el profesor prepara una unidad debe preocuparse más por la forma de transmitir los conceptos y los ejercicios de aplicación que por los problemas que interesan a	
Ñ	La participación ciudadana y el desarrollo personal son finalidades de la enseñanza obligatoria pero no fundamentales en las asignaturas de ciencias	
O	El científico debe acercarse a la realidad de forma objetiva, dejando a un lado sus ideas y teorías previas	
P	Los niños aprenden ciencias relacionando las nuevas ideas con las que ya tienen en su cabeza	
Q	Una persona ha aprendido una idea científica cuando es capaz de aplicarla a situaciones diferentes	
R	Lo que hay en la cabeza del que va a aprender es al menos tan importante como la presentación del contenido a aprender	
S	Para aprender ciencias necesitamos expresar nuestras ideas, cuestionarlas y recoger ideas de los demás	
T	La secuencia de contenidos de una unidad debe ir de lo particular y concreto a lo más general y abstracto	
U	La ciencia está formada por teorías e ideas abstractas difíciles de aplicar en nuestra realidad cercana	
V	La creatividad y la curiosidad son propias de otras materias más sencillas para los niños y niñas que las ciencias	

	AFIRMACIONES SOBRE EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN PRIMARIA	1 - 5
A	La participación ciudadana y el desarrollo como personas son finalidades fundamentales que justifican la enseñanza obligatoria de las ciencias	
B	Una persona ha aprendido una idea científica cuando es capaz de reproducirla en la forma correcta en que se le ha enseñado.	
C	Los niños de Primaria no tienen capacidad para realizar actividades científicas (plantearse preguntas, emitir hipótesis, buscar pruebas...)	
D	La ciencia nos permite describir la realidad cercana, explicarla y hacer predicciones.	
E	El contenido de una clase de ciencias (por ej. <i>la materia y sus transformaciones</i>) no debe estar determinado por los fenómenos cercanos a los que se va a buscar explicación (por ej. <i>cambios de estado, mezclas...</i>) sino por las ideas y teorías científicamente aceptadas en la ciencia (por ej. <i>molécula, electrón, elementos...</i>)	
F	La repetición de la idea correcta por parte del maestro, tantas veces como sea necesario, no es una estrategia adecuada para corregir las explicaciones personales de los niños y niñas	
G	En las clases de ciencias debe estimularse la creatividad y la curiosidad entre los niños	
H	El orden en los contenidos de una unidad debe ir desde lo más general y abstracto hasta lo más particular y concreto	
I	El contenido de ciencias en Primaria debe ser una adaptación de las ideas científicas a las posibilidades de los niños y niñas para poder explicar su entorno	
J	La expresión de ideas personales sobre los fenómenos sólo genera confusión entre los alumnos. Para aprender ciencias es mejor recibir directamente del profesor o del libro de texto las ideas correctas	
K	Los niños no tienen capacidad de elaborar explicaciones por ellos mismos. Sus explicaciones responden a ideas bien o mal aprendidas en la escuela.	
L	Es difícil que las personas cambien sus explicaciones personales espontáneas sobre el mundo que les rodea por explicaciones científicas.	
M	Lo realmente importante es la presentación del contenido a aprender, más que las primeras ideas que pueda tener el que aprende	
N	El libro de texto ya ha sido pensado y planificado por docentes expertos, por tanto debe ser la guía para el profesor y los estudiantes en el desarrollo de las clases de ciencias	
Ñ	El científico se acerca a la realidad a través de sus ideas y teorías previas	
O	El interés y el compromiso por aprender una explicación científica es más importante que la claridad y orden de la propia explicación	
P	El trabajo científico debe ser entendido como un proceso de aplicación sistemática de un mismo método basado en observar, experimentar y medir.	
Q	En la cabeza de los niños no hay ideas que puedan relacionarse con las ideas científicas, por eso aprenden ciencias memorizando.	
R	Cuando el profesor prepara una unidad debe preocuparse más por los problemas que interesan a niños y niñas y las posibilidades de probar sus ideas que por la forma de transmitir los conceptos y los ejercicios de aplicación.	
S	Con la ayuda de un libro de texto, me siento capaz de enseñar bien ciencias a los niños de Primaria.	
T	Deben existir oportunidades en clase para que los niños expresen sus propias explicaciones y busquen pruebas que confirmen o nieguen su validez	
U	La comunicación de ideas científicas no es parte del proceso de generación de conocimiento científico, aunque es útil para dar a conocer los diferentes hallazgos	
V	Las ideas científicas y las ideas espontáneas (que proceden de nuestra relación diaria con los demás y con el medio físico) son aceptadas usando distintos criterios	

Concepciones y Prácticas docentes e investigativas del profesorado universitario de ciencias

Martínez-Galaz¹, C

¹*Estudiante de doctorado. Programa Educación y Sociedad. Facultad de Pedagogía, Universidad de Barcelona. Correo: cpmartinezagalaz@yahoo.com*

RESUMEN

Esta investigación se centra en estudiar las concepciones y prácticas docentes e investigativas del profesorado universitario del ámbito científico de las ciencias biológicas, preguntándonos ¿Cómo se articula el saber disciplinar de un docente universitario quien es investigador y profesor a la vez, con sus saberes pedagógicos y prácticas de enseñanza que desarrolla en el aula o en el laboratorio?, ¿Cuáles son sus concepciones acerca de la ciencia y de su enseñanza y que relaciones mantiene con sus actividades docentes e investigadoras?

El estudio se enmarca desde un enfoque cualitativo fenomenológico, donde la elección metodológica es el Estudio de Casos instrumental. De esta forma, trabajamos con tres docentes universitarios de ciencia pertenecientes a la Universidad de Barcelona, vinculados a la enseñanza de la biología. Los docentes han sido elegidos por la alta valoración que han recibido de sus estudiantes, sus pares y la comunidad académica.

Las técnicas de recogida de información son la observación no participante de prácticas docentes e investigativas, las entrevistas en profundidad, el análisis documental y la realización de grupos de discusión con estudiantes.

Palabras clave

Concepciones, Prácticas docentes, Prácticas investigativas, Profesorado universitario, Científicos.

INTRODUCCIÓN

Se reconoce que en las Universidades existe un nexo entre los ámbitos investigativos y de docencia, el que según las áreas o campos del conocimiento, adquiere matices diferentes (Griffiths, 2004). En este sentido, estudios como el Aydeniz & Hodge (2010), evidencian que los científicos deben reconciliar sus identidades de profesores e investigadores, lo que por lo general se da en la mente, pero no en la acción. Las propias trabas administrativas de las facultades no favorecen el trabajo docente, generando tensión entre ambos mundos: el investigativo y el de la enseñanza. Esta mirada dual ha abarcado inclusive el ámbito de la investigación educativa, ya que por lo general los estudios vinculados a estudiar la visión que se tiene de los científicos (Manassero & Vázquez, 2001; Buldu, 2006; Farland-Smith, 2009; Medina-Jerez et al, 2011), no contempla indagar en su rol docente e implicancia en la formación de futuros profesionales. Pese a esto, la investigación y la docencia pueden relacionarse como parte del proceso formativo de los estudiantes, aunque existan algunas dificultades. Griffiths, (2004) ha descrito que cuando la tarea investigativa de un docente está

sólidamente integrada a su enseñanza, esta se convierte en un elemento estructural del proceso de aprendizaje de sus estudiantes. Los estudiantes participan de la creación de nuevo conocimiento, uniéndose al trabajo investigativo de sus profesores, lo que genera en ellos un aprendizaje profundo; más aún cuando la relación entre investigación y enseñanza es bidireccional.

Otro elemento a tener en consideración es la forma en que un investigador se vincula con el ámbito educativo al enseñar la disciplina que investiga; tomando fuerza las ideas relacionadas al Conocimiento Didáctico del Contenido y en particular al conocimiento que se tiene acerca de la materia Sabemos que un saber disciplinar posee una dimensión pedagógica que inevitablemente está unida a su estructura de conocimientos (Medina & Jarauta, en prensa), la que no se articula de forma lineal o sumatoria, sino que se configura en torno a red de conexiones en la que se relacionan el conocimiento pedagógico, de los estudiantes y del contexto con la propia experiencia docente (Berry et al, 2008; Montero en Marcelo et al, 2001). En este sentido, el aproximarnos a indagar en los saberes y experiencias de los docentes universitarios y cómo hacen uso de ellos durante su práctica, nos lleva además a explorar en sus concepciones acerca de la ciencia y su enseñanza.

Ahora bien, en lo que respecta a las concepciones acerca de la ciencia y su enseñanza, han aumentado en el último tiempo los antecedentes sobre investigaciones realizadas en este ámbito, pero en educación secundaria (Suárez & López-Guazo 1993; Porlán et al 1998; Porlán & Martín del Pozo, 2002; Sanmartí 2002). Pese a que el contexto de esta investigación, es en educación universitaria, se toman como ejes de referencia algunos de estos estudios, los que orientan la comprensión del fenómeno en cuestión y su vinculación a la enseñanza de las ciencias. Acerca de las concepciones de la ciencia (visión epistemológica) Porlán & Rivero (1998) nos relatan en uno de sus estudios que la visión del profesorado es cercana a una concepción empirista de la ciencia. Estas concepciones son predominantes en los docentes con más años de experiencia profesional y en aquellos que además se han especializado en el ámbito científico. En la misma línea, Gallager (1991) sostiene que los profesores tienen una imagen positivista de la ciencia y una visión inductiva y superficial de la metodología científica. En la misma lógica, un estudio realizado por Zelaya & Campanario (2001) con 62 profesores de ciencia, evidenció que los docentes tienden a considerar a la ciencia como el estudio directo de la realidad, cuyo principal argumento es la utilización de un procedimiento rígido y objetivo, como el método científico. Pese a esta tendencia evidente, también cabe destacar que aunque en menor proporción el mismo estudio de Zelaya & Campario (2001), revela que un grupo menor de profesores conciben al conocimiento científico como el resultado de la interacción entre el pensamiento y la realidad, acercándose a visiones menos tradicionales. Porlán & Rivero (1998), también identifican en su estudio visiones menos tradicionales, pero en aquellos sujetos que son estudiantes de pedagogía o bien profesores con menor experiencia profesional.

En el ámbito del aprendizaje de la ciencia y sus prácticas de enseñanza, las investigaciones han identificado predominancia de una visión transmisiva de la enseñanza, entre el profesorado de ciencias de secundaria (Gil & Rico, 2003; Sánchez, 2005; Martinic & Vergara, 2007). Los docentes tienen una visión limitada de su papel como educadores, suponiendo que el aprendizaje implica muchas veces la absorción de conocimiento, en donde la evaluación se utiliza sólo para verificar si los estudiantes recuerdan el conocimiento entregado por ellos. En este contexto, el estudio de Hewson et al. (1999) evidencia por parte del profesorado que los conocimientos previos de los estudiantes son ignorados y las metodologías se restringen a la exposición de teorías y a

prácticas científicas con fines ilustrativos. Así mismo, Porlán & Rivero (1998) identifican en sus estudios la misma tendencia, pero además reconocen la existencia de una visión tecnológica del aprendizaje; la que concibe la enseñanza desde la racionalidad instrumental. Si bien esta concepción aún se asemeja a la visión más tradicional, los autores de la investigación han optado por diferenciarla. La investigación de Zelaya & Campanario (2001) también muestra por parte de los docentes la misma concepción de basada en la relación transmisión-recepción, pero con matices constructivistas. Los docentes promueven en sus estudiantes la construcción de un pensamiento científico que supere el conocimiento cotidiano, promoviendo en el aula la realización de problemas y el trabajo colaborativo. Tal característica si bien puede resultar contradictoria, muestra la coexistencia y superposición de visiones que tiene el profesorado, y que influirían en su quehacer profesional. Es decir, el docente puede tener una visión tradicional de la enseñanza y del aprendizaje e implementar en el aula prácticas más cercanas a un modelo constructivista o alternativo. Las investigaciones de Mellado (1996) reafirman la existencia de esta complejidad en las concepciones de los docentes.

De forma antagónica a los resultados evidenciados hasta ahora, otros estudios como el de Hashwech (1996) quien investiga a 35 profesores de ciencias con diferentes grados de experiencias y que enseñaban en distintos contextos educativos, han encontrado que profesores con concepciones más constructivistas respecto de la enseñanza, están más capacitados en su práctica para identificar las concepciones alternativas de sus estudiantes, usar variadas actividades de aprendizaje, promover el cambio conceptual e identificar estrategias de enseñanza efectivas.

En el ámbito de la enseñanza universitaria, uno de los pocos estudios identificados en esta temática, reveló que el 75% de los participantes tendrían una concepción de aprendizaje tradicional. Esta investigación llevada a cabo por Sanchez (2005) en las universidades venezolanas compara además las visiones entre profesores que tienen conocimientos acerca de pedagogía y aquellos que no han sido instruidos en docencia; no encontrándose grandes diferencias entre las concepciones de ambos grupos. El autor, atribuye tal situación a las reconstrucciones que realizan los docentes en sus prácticas cotidianas las que estarían influenciadas por sus propias teorías implícitas.

Finalmente, cabe señalar que muchos de los docentes universitarios, son científicos e investigadores, que junto con enseñar contenidos, fomentan en los estudiantes otras habilidades y saberes propios de su trabajo investigativo. Intuimos que este trabajo y experiencia científica se ha de configurar y articular con su propia experiencia docente, la que al momento de estar en el aula o en el laboratorio, nutre e influye en su propia práctica y conocimiento profesional. En común acuerdo con Mellado, (1999), Campanario (2002) y Acevedo (2009), los profesores necesitan construir un conocimiento específico para la enseñanza de la ciencia, pero aún sabemos muy poco acerca de cómo lo hacen, lo que nos impulsa y motiva a indagar en las concepciones y prácticas de los profesores universitarios y llevar a cabo este estudio. De esta forma, la investigación se ha articulado en indagar en las concepciones y prácticas docentes e investigativas del profesorado universitario, con el objetivo de comprender cómo se configuran y relacionan estas concepciones y prácticas en la enseñanza de la ciencia que se implementa en la formación de futuros profesionales del ámbito científico.

JUSTIFICACIÓN Y APORTES DEL ESTUDIO

La presente investigación cobra relevancia en el ámbito de la enseñanza universitaria de la biología, ya que existen escasos estudios que se articulen en relación a las prácticas

investigativas de los docentes y a sus prácticas de enseñanza. Además, el estudiar cómo los profesores transitan entre el mundo académico e investigativo nos puede dar luces de si ambas dimensiones se integran y nutren mutuamente, o bien si son entes aislados y paralelos que se desarrollan sin mayor conexión e impacto en la formación de los futuros profesionales. Cobran aquí fuerza las ideas asociadas al Conocimiento Didáctico del Contenido y más específicamente al saber disciplinar de la materia, ya que este conocimiento práctico se vincula a los marcos disciplinares y a los contextos concretos en la que los profesores desarrollan su trabajo docente (Medina y Jarauta en prensa; Mora & Parga, 2008).

Sumo a estos elementos la importancia que ha adquirido en los últimos años la enseñanza de las ciencias y su implicancia en temas sociales y comunitarios, trascendiendo a todos los espacios formativos (Porlán, 1998; Unesco, 1999; Sanmartí, 2002). De esta forma, nuevas visiones de ciencia y de su aprendizaje se promueven socialmente, repensando la ciencia desde la transformación de las sociedades y por lo tanto desde la comprensión para la toma de decisiones justificadas. Aprender ciencias hoy es más que aprender leyes, teorías o métodos, y por tanto, el indagar en qué visiones y prácticas, tanto docentes e investigativas llevan consigo los docentes universitarios, puede ayudarnos a comprender qué procesos formativos se están dando en las universidades y si estos se vinculan o no al nuevo escenario de alfabetización científica; o más aún conocer si hay otros contextos y escenarios.

Finalmente cabe señalar nuevamente que en el ámbito de las investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales, las concepciones epistemológicas y las prácticas de los docentes de ciencia, es una campo que se ha estudiado, pero en el ámbito de la educación secundaria (Porlán et al, 1998; Gil & Rico, 2003). Los estudios en educación superior son escasos (Mellado, 1999; Campanario, 2002) más aún los que contemplan al profesor universitario como docente e investigador.

Preguntas y objetivos de la investigación

El problema de investigación se focaliza en identificar, interpretar y comprender las concepciones y prácticas del profesorado de ciencias, cuya experiencia profesional se articula en relación a la docencia que ejerce y a su práctica investigativa. El siguiente esquema (Figura 1) resume el estudio:



Figura 1. Esquema con principales ejes abordados en el estudio

De la justificación expuesta en los antecedentes anteriores y del problema de investigación, los objetivos que han guiado este estudio son los siguientes:

- **Objetivo General**

Indagar en las concepciones y prácticas docente e investigativas del profesorado universitario, con el objetivo de comprender cómo se configuran y relacionan estas concepciones y prácticas en la enseñanza de la ciencia que se desarrolla en la formación de profesionales del ámbito científico.

- **Objetivos específicos**

1	Conocer las concepciones epistemológicas (visión acerca de la ciencia) y pedagógicas (visión de cómo la ciencia se enseña y se aprende) que tienen los docentes universitarios.
2	Describir las prácticas docentes del profesorado universitario.
3	Describir las prácticas investigativas del profesorado universitario.
4	Conocer cómo se integra el conocimiento disciplinar de los profesores universitarios con su práctica docente y saber pedagógico
5	Identificar que visión tiene el profesorado de ciencias acerca de su rol docente y del conjunto habilidades y conocimientos con los que deben contar al impartir docencia y formación.

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTUDIO

El enfoque de esta investigación es *cualitativo-fenomenológico*, por lo que se indaga en situaciones naturales, intentando dar sentido o interpretar los fenómenos según el significado que las personas le otorgan (McMillan & Shumacher, 2005; Vasilachis et al, 2006). Tomando las ideas de Flick (en Vasilachis et al 2006), nos aproximamos más a descubrir lo nuevo, que a verificar teorías conocidas; al mismo tiempo que somos conscientes de que la propia experiencia de quien investiga forman parte de la interpretación y comprensión de la realidad que se estudia. El carácter contextual de la investigación, explicado por la visión naturalista-ecológica del estudio (Medina, 2005), son otra de las características en la que se enmarca la investigación.

La elección metodológica es el *estudio de casos*, entendido como un sistema delimitado en tiempo y espacio por los actores, relaciones e instituciones sociales, donde se busca dar cuenta de la particularidad del mismo, en el marco de su complejidad (Neiman & Quaranta, en Vasilachis et al 2006). Desde esta perspectiva, el estudio de caso presta atención a las características particulares, enfatizando la profundización y el conocimiento global del caso por encima de la generalización de los resultados. A lo anteriormente expuesto añadimos, que el estudio de caso es instrumental, y por lo tanto da luces del fenómeno a estudiar, siendo un instrumento para aprender (Stake, 1998). De esta forma, los casos instrumentales se articulan en relación a tres áreas disciplinares: bioquímica, ecología y zoología; participando en total, tres profesores universitarios. Ellos cuentan con una experiencia en docencia universitaria e investigación de al menos 15 años y pertenecen a la Universidad de Barcelona. Sumo a

estas características que los docentes son valorados y reconocidos por sus estudiantes en formación y por sus pares, como docentes experimentados y de buen desempeño.

En lo que respecta a las *estrategias para la recogida de información* se utilizan la observación y registro de prácticas de enseñanza, la observación y registro de prácticas investigativas, las entrevistas en profundidad, los grupos discusión y el análisis documental.

RESULTADOS PRELIMINARES Y ALGUNAS CONCLUSIONES

Actualmente, esta investigación está en desarrollo y se trabaja con dos de los tres casos en estudio. Se ha contemplado que el primer periodo de recolección de información finalice en Abril del 2012; mientras que en Julio del presente año se iniciaría el segundo ciclo.

En lo que respecta a las prácticas docentes, estas ya son investigadas y nuestra permanencia en el campo de estudio ha sido permanente. Los resultados y análisis de la información hasta el momento han evidenciado que los docentes tienen alta preocupación por sus estudiantes para ayudarles a aprender, lo que sustenta e influye en cada una de las decisiones didácticas que toman en el transcurso de su clase y de la asignatura. Los profesores en su discurso también manifiestan y expresan esta preocupación, son conscientes de que deben ayudar a sus estudiantes a que alcancen los mejores resultados, presentándoles siempre múltiples posibilidades y recursos para que alcancen sus objetivos y metas. Otro de los resultados que se evidencia es que la disciplina científica determina el tipo de acciones didácticas que se desarrollan en clase, articulándose al conocimiento pedagógico y al conocimiento de los estudiantes que tienen los profesores. Acerca del trabajo investigativo, los docentes en general muestran evidencias concretas de sus investigaciones a los estudiantes, conectando con los contenidos y experiencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): Una perspectiva. *Revista Eureka*, 6 (2) 164-189.
- Aydeniz, M & Hodge, L (2010). Is it dichotomy or tension: I am a scientist. No, wait! I am a teacher!. *Cult Stud of Sci Educ*, 6, 165-179.
- Berry, A; Loughran, J & Van Driel, J (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education* 30(10), 1271-1279.
- Buldu, M. (2006) Young children's perceptions of scientists: A preliminary study. *Educational Research*, 48(1), 121-132.
- Campanario, J (2002). Asalto al castillo: A ¿a qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 315-326.
- Farland-Smith, D. (2009). How does culture shape students' perceptions of scientists? cross-national comparative study of american and chinese elementary students. *Journal of Elementary Science Education*, 21(4) 23-42.
- Gallager, J (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' Knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Jornal Science Education*, (75) 1 121-133

- Gil, D & Rico, L (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Investigación Didáctica*, 21. 27-47.
- Griffiths, R (2004): Knowledge production and the research-teaching nexus: the case of the built environment disciplines. *Studies in Higher Education*, 29(6) 709-726
- Hashwech, M (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of research in science teaching*, 33(1) 47-63
- Hewson, P; Tabachnick, B; Zeichner, K; Lemberderger, J (1999). Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, 83 (3), 373-384.
- Manassero, M & Vázquez A (2001) Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 255-268
- Martinic, S & Vergara, C. Gestión del tiempo e interacción del profesor-alumno en la sala de clases de establecimientos con jornada escolar completa en Chile. [en línea]. 2007. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Vol. 5 (5e). Información disponible en: <http://www.rinace.net/arts/vol5num5e/art1.htm> Citado Diciembre 20, 2010.
- McMillan, J & Schumacher, S. (2007). *Investigación Educativa: una introducción conceptual*. Madrid. Pearson Educación. Quinta Edición.
- Medina, J & Jarauta, B (en prensa) Análisis del conocimiento didáctico del contenido de tres profesores universitarios. *Revista de Educación*.
- Medina, J (2005). *Deseo de cuidar y voluntad de poder. La enseñanza de la enfermería*. Barcelona: Editorial Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona.
- Medina-Jerez, W; Middleton, K & Orihuela-Rabaza, W (2011). Using the Dast-C to explore colombian and bolivian students's images of scientists. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9. 657-690
- 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
- Mellado, V (1999). La formación didáctica del profesorado universitario de ciencias. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 34 (1), 231-241
- Montero, L en Marcelo, C; Estebanz, A; Imbernón, F; Martín-Moreno, Q; Mingorance P; Villa, A (2001). Capítulo 3 La construcción del conocimiento en la enseñanza. En: *La función docente*. Madrid. Editorial Síntesis.
- Mora, W & Parga, D (2008) El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido/histórico-epistemológicas con las tramas de contexto/aprendizaje. *Revista Tecné, Espisteme y Didaxis*, 28, 54-74.
- Neiman, G; Quaranta, G en Vasilachis, I (coord.); Ameigeiras, A, Chernobilsky, L; Giménez, V; Mallimací, F; Mendizábal, N; Neiman, G; Quaranta, G; Soneira, A (2006). Capítulo VI: Los estudios de caso en la investigación sociológica. En: *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Editorial Gedisa S.A
- Porlán, P & Martín del Pozo, R (2002). Spanish Teachers' epistemological and Scientific Conceptions: implications for teacher education". *European Journal of Teacher Education*, 25(2), 151-169

- Porlán, R & Rivero, A (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla. Diada Editorial SL.
- Porlán, R (1998). Pasado, presente y futuro de la Didáctica de las Ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 175-185
- Porlán, R; Rivero, A; Martín del Pozo, R (1998). Conocimiento profesional y epistemológico de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288
- Sánchez, L (2005). Concepciones de aprendizaje de profesores universitarios y profesionales no docentes: Un estudio comparativo. *Revista Anales de Psicología*, 21(2), 231-243
- Sanmartí, N (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. España: Editorial Síntesis S.A.
- Stake, R (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata S.L
- Suárez, L & López-Guazo (1993). Metodología de la Enseñanza de las Ciencias. *Revista Perfiles Educativos*, Universidad Nacional Autónoma de México. N° 63
- UNESCO- ICSU. *Declaración de Budapest. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*. [en línea] 1999. Información disponible en <http://www.oei.es/salactsi/budapestdec.htm> Citado Diciembre 20, 2011.
- Vasilachis, I en Vasilachis, I (coord.); Ameigeiras, A; Chernobilsky, L; Giménez, V; Mallimací, F; Mendizábal, N; Neiman, G; Quaranta, G; Soneira, A. (2006) Capítulo I: La investigación cualitativa. En: *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Editorial Gedisa S.A
- Zelaya, B. & Campanario, J. Concepciones de los profesores nicaragüenses de Física en el nivel de secundaria sobre la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje. [en línea] 2001. *Revista electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 4 (1). Información disponible en <http://www.aufop.com/aufop/revistas/arta/digital/104/668> Citado Diciembre 10, 2010]

Efecto de las TIC y el aprendizaje cooperativo en el aprendizaje de la termodinámica

Méndez Coca, D.

*Departamento de Ciencias Experimentales. Centro Universitario Villanueva (UCM).
dmendez@villanueva.edu*

RESUMEN

Se ha enseñado una unidad didáctica de Física y Química a tres grupos de alumnos de 3º de ESO -14 y 15 años- de tres formas diferentes: método tradicional, aprendizaje cooperativo y con la ayuda de las TIC. Los contenidos de la unidad son densidad, presión, volumen, temperatura y calor. Se ha comparado el aprendizaje de los tres grupos con un test final que tiene preguntas de teoría, ejercicios y problemas.

Palabras clave

Método tradicional, aprendizaje cooperativo, TIC, teoría, problemas.

INTRODUCCIÓN

Los alumnos de la Unión Europea (UE) “*tienen una actitud positiva frente a la biología en un 57% de los casos, 55% en el caso de las ciencias de la tierra, 42% hacia la química y 38% hacia la física*” (Eurydice, 2011: 22). Los datos de PISA de 2009 referidos al aprendizaje de las ciencias manifiestan que España ha bajado ligeramente respecto del 2006, pues los alumnos tienen unos conocimientos de esta materia por debajo de la media de la UE ocupando el puesto 20º de 27 países medidos (PISA, 2009).

Para cambiar estos resultados en la enseñanza de las ciencias, existen muchas sugerencias, entre otras, desarrollar investigaciones en metodologías educativas, replantearse la formación del profesorado de ciencias y afrontar la renovación del currículum (Enciende, 2011; Eurydice, 2011).

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

El objetivo es mostrar la diferencia de aprendizaje entre los alumnos que siguen el método tradicional, el aprendizaje cooperativo y la utilización de las TIC. Para esto se ha comparado la asimilación de la teoría, ejercicios y problemas de termodinámica, además del resultado global de aprendizaje conseguido por los alumnos.

Antecedentes de la investigación

Con el fin de mejorar el aprendizaje de física de los alumnos se han realizado diversas investigaciones comparando el efecto de metodologías diferentes como la tradicional, basada en la experimentación y basada en el cuestionamiento (Marusic y Slisko, 2011), el laboratorio como camino para que los alumnos investiguen y aprendan (Barolli et al., 2010) y se podrían seguir enumerando muchas otras pero vamos a centrarnos en dos: el aprendizaje cooperativo y el empleo de las TIC.

El aprendizaje cooperativo se ha aplicado al diseño de clases basadas en investigaciones (Bell et al., 2010), se ha estudiado el efecto de esta estrategia en el magnetismo (Tanel y Erol, 2008), además de su efecto frente al aprendizaje individual a la hora de resolver problemas de física (Harskamp y Ding, 2006).

En cuanto al uso de las TIC, se puede señalar la enseñanza por medio de simulaciones virtuales (Rodríguez-Llerena y Llovera-González, 2010), la aplicación del LabView mejorando el aprendizaje de los alumnos (Quiñonez et al., 2006) y el desarrollo de unidades didácticas empleando simulaciones y laboratorios virtuales (Donnelly et al., 2011). Existen autores (Egarietwe et al., 2000) que manifiestan que estos medios ayudan a superar las concepciones alternativas, facilitar el aprendizaje de los estudiantes y mejorar las habilidades de resolución de ejercicios y problemas.

Metodología

Se elaboraron los materiales para las explicaciones de cada uno de los conceptos que se iban a tratar: densidad, presión, volumen, temperatura y calor. Se realizaron el test de ideas previas y el test final de conocimientos. La situación era que el profesor tenía que explicar a tres grupos de alumnos de 3º de ESO -14 y 15 años- estos conceptos que corresponden con una unidad didáctica del currículum de Física y Química de dicho curso. Estos grupos fueron realizados por el centro escolar en 1º de ESO -12 y 13 años- con el objetivo de que fueran lo más homogéneos posibles, el centro escolar tiene tres líneas por curso y está situado en la zona norte de la ciudad de Madrid.

La decisión metodológica se tomó en función de los recursos del aula y del conocimiento por parte del profesor de los alumnos. Los conceptos referidos anteriormente se explicaron en un aula de modo tradicional con el libro y el uso de la pizarra por parte del profesor; en otra de modo cooperativo con unos materiales audiovisuales tomados de internet y actividades en grupo, estos grupos dentro de la clase se diseñaron para esta investigación; otro grupo recibió estas explicaciones con la ayuda de los recursos de internet y con animaciones en java. El grupo tradicional de 29 alumnos fue la clase cuya aula no disponía de recursos audiovisuales, el grupo cooperativo de 28 alumnos era el que tenía posibilidad de emplear estos recursos y el profesor conocía mejor a los estudiantes, hecho que facilita la formación de grupos formales para poner en práctica el aprendizaje cooperativo (León del Barco, 2006), el grupo TIC de 25 alumnos fue el que tenía medios audiovisuales.

Durante la explicación el profesor tomó nota de la actitud y trabajo de los alumnos. Al final, los estudiantes hicieron el test final simultáneamente a cada uno en su aula. El test diseñado con la ayuda de los profesores del centro escolar y universitarios, además de la bibliografía existente (Driver et al., 1989), consta de 17 cuestiones, tres con dos apartados, en consecuencia fueron 20 respuestas lo que se les pedía a los alumnos. Éstas estaban distribuidas en cuatro de teoría, cinco ejercicios y once problemas. De estas cuestiones, cinco fueron de densidad, seis de presión, volumen y temperatura, que son magnitudes que están muy relacionadas y nueve que hacen referencia al concepto de calor.

El test final fue validado por profesores universitarios y por profesores del centro escolar, además de la comprobación de su fiabilidad: los resultados de la alpha de Crombach fueron de 0,71 y según el método de Spearman-Brown de 0,73. Al ser prueba de rendimiento académico con preguntas abiertas, estos valores aseguran la fiabilidad del instrumento (Thorndike, 1989; Magnusson, 1982).

Resultados

El profesor tomó diversas anotaciones acerca de las clases, mandó los días siguientes algunos ejercicios y problemas para resolver en casa, preguntando también de forma oral al comienzo de la clase con la finalidad de indagar cómo estaban asimilando los estudiantes los conceptos explicados, mediante preguntas sencillas que luego se repetirían en el test final. Los resultados fueron los siguientes (tabla 1):

Metodología	Respuestas correctas	Falta de ejercicios	Sensación
Tradicional	24%	18%	De aburrimiento.
Cooperativo	62%	16%	Atención y aprovechamiento del tiempo.
TIC	63%	21%	Atención pero tedio al final de la clase

Tabla 1. Resultados de la observación del profesor durante el período de explicación

Se puede ver que la capacidad de trabajo de los alumnos es similar, la falta de ejercicios es prácticamente igual. En cambio, la asimilación de los contenidos es muy diferente y la sensación también es diferente, como decía el profesor en el caso del grupo cooperativo, era como si “la clase se quedara corta”, por tanto el aprovechamiento calificado de forma subjetiva era mayor que en el grupo tradicional, además en el grupo TIC las palabras del profesor eran que “la clase se les hacía un poco larga”, hay que tener en cuenta que las clases eran de una hora.

Cuando se les evalúa al final de la explicación a los alumnos, los resultados van a mostrar el tanto por ciento de respuestas correctas del conjunto de alumnos que componen cada grupo. Al concretar la puntuación que se le daba a cada respuesta, los profesores del centro escolar y los profesores universitarios acordaron la puntuación que se debía dar a respuestas parcialmente correctas, esto se debe a que las preguntas son abiertas por lo que piden una respuesta desarrollada, en las de respuesta múltiple acordaron sólo valorar las respuestas correctas.

Primero, vamos a fijar la atención sobre la teoría, los resultados a las preguntas fueron los siguientes (tabla 2):

Resultados de las preguntas de teoría			
	Tradicional	Cooperativo	TIC
Pregunta 1	91%	97%	82%
Pregunta 2	38%	79%	66%
Pregunta 3	21%	84%	89%
Pregunta 4	68%	81%	88%

Tabla 2. Resultados a las cuatro preguntas de teoría según la metodología.

Se puede deducir que la pregunta 1 ha sido muy sencilla para todos los alumnos, hecho en el que insistieron los profesores del centro escolar, ya que suelen preguntar de menor a mayor dificultad, en especial la primera suele ser muy sencilla. En cuanto a las demás respuestas la diferencia entre los grupos TIC y cooperativo frente al tradicional se hace significativa. Por tanto, en la asimilación de la teoría han tenido gran influencia las metodologías seguidas en las explicaciones, no obstante no se aprecia diferencia entre los resultados del cooperativo y el TIC.

Ahora referimos los resultados de las preguntas de ejercicios (tabla 3):

Resultados de las respuestas de los ejercicios			
	Tradicional	Cooperativo	TIC
Pregunta 5	32%	55%	69%
Pregunta 6	24%	63%	64%
Pregunta 7	42%	78%	71%
Pregunta 8	15%	81%	71%
Pregunta 9	48%	60%	56%

Tabla 3. Resultados a las cinco preguntas de ejercicios según la metodología.

Los resultados logrados por los estudiantes que conformaban el grupo tradicional obtienen unos resultados muy bajos comparados con los del grupo cooperativo y TIC. De hecho, a los profesores del centro escolar les parecieron extremadamente buenos comparados con otros cursos que habían tenido en años anteriores. Entre los grupos cooperativo y TIC no se aprecian grandes diferencias.

Después de la teoría y los ejercicios, vamos a mostrar los resultados de los problemas, parte importante en la asimilación de la física (tabla 4):

Resultados de las respuestas a los problemas			
	Tradicional	Cooperativo	TIC
Pregunta 10	8%	33%	9%
Pregunta 11	38%	33%	30%
Pregunta 12 a	85%	81%	86%
Pregunta 12 b	79%	75%	61%
Pregunta 13	63%	63%	52%
Pregunta 14 a	49%	67%	45%
Pregunta 14 b	18%	46%	20%
Pregunta 15	45%	68%	57%
Pregunta 16	34%	35%	44%
Pregunta 17 a	15%	56%	29%
Pregunta 17 b	14%	53%	29%

Tabla 4. Resultados a las once preguntas de problemas.

Tanto en las cuestiones de teoría como en las referidas a ejercicios siempre el grupo cooperativo y TIC habían logrado una puntuación parecida y más alta que el grupo tradicional. En cambio en los problemas, los resultados del grupo tradicional son similares a los del grupo TIC y hay menor diferencia con respecto al grupo cooperativo. Además, el grupo cooperativo es el mejor en ocho casos, el grupo TIC sólo en dos casos y el tradicional en tres casos ya que en uno logra el mismo resultado que el cooperativo. En consecuencia, parece que si evaluamos problemas la diferencia se reduce claramente entre el grupo TIC y el tradicional y un poco con el cooperativo.

Ya tratados los resultados de cada cuestión del test, vamos a mostrar los resultados de cada parte, primero los resultados de teoría, ejercicios y problemas, después los resultados según los conceptos. Estos valores son más consistentes ya que el resultado de una pregunta está sujeto a diversas circunstancias, sin embargo cuando se realiza el análisis de forma más general esta influencia se minimiza, como se observa en la tabla 5:

Resultados de cada parte del test final			
	Teoría	Ejercicios	Problemas
Tradicional	54%	32%	41%
Cooperativo	85%	67%	55%
TIC	81%	66%	42%

Tabla 5. Resultados del test final por grupos y por forma de evaluar.

Como ya se había incoado con los resultados anteriores, el grupo cooperativo es el que obtiene mejores resultados, seguido del grupo TIC y en tercer lugar el tradicional. Sin embargo, la diferencia disminuye claramente en los problemas. De hecho, entre el grupo TIC y el tradicional no hay apenas diferencia en este apartado.

Ahora nos referimos a los resultados según los conceptos (tabla 6):

Resultados del test final por conceptos			
	Densidad	Presión, volumen y temperatura	Calor
Tradicional	26%	38%	52%
Cooperativo	61%	60%	69%
TIC	49%	59%	57%

Tabla 6. Resultados del test final según los grupos y los conceptos evaluados.

Los resultados del grupo tradicional son los peores nuevamente, los del grupo cooperativo son los mejores en todos los casos aunque si nos ceñimos a la presión, volumen y temperatura son similares al grupo TIC.

Se han visto las diferencias, de hecho se puede ver que el grupo cooperativo ha tenido un aprendizaje mayor, sin embargo puede también ser interesante conocer los resultados generales del test, como ya hemos dicho tenía 20 preguntas. Se podría obtener la calificación general del test de tres formas (ver tabla 7):

1. Podemos dar el mismo valor a cada pregunta, es decir un 5%, para obtener el 100% al sumar las 20 respuestas del test.
2. Podemos tener los resultados por conceptos y que cada concepto tenga un peso de un tercio de la calificación final. Por tanto, cada concepto tendría el mismo valor.
3. Podemos tener los resultados por partes y que cada parte –teoría, ejercicios y problemas- tengan un peso de un tercio de la calificación final. Por tanto, cada parte del test tendría el mismo valor.

Resultados del test final general			
	Cada pregunta tiene igual valor	Cada concepto tiene igual valor	Cada parte del test tiene igual valor
Tradicional	41%	39%	43%
Cooperativo	62%	63%	69%
TIC	55%	55%	63%

Tabla 7. Resultados del test final según los grupos y los conceptos evaluados.

Como se ve, las distintas formas de evaluación no muestran grandes diferencias respecto de lo dicho en anteriores resultados, el grupo cooperativo obtiene los mejores resultados, en segundo lugar se encuentra el TIC y en tercer lugar el tradicional. Por tanto, la diferencia no es consecuencia de la evaluación sino de la metodología que se ha seguido en el aula a la hora de explicar los diversos conceptos.

Para ver si las diferencias se deben al azar utilizamos el análisis de varianza que sirve para comparar varios grupos (Bernardo y Calderero, 2000). En este caso, tomamos un nivel de significación de 5% y suponemos que “la diferencia se debe al azar”, con esta situación el valor de la F de Snedecor es 14,35 para los grupos y alumnos del experimento (tabla 8).

Nivel de significación	Valor de F	Comparación	Interpretación
5%	3,13	14,35>3,13	No se debe al azar.
1%	4,92	14,35>4,92	No se debe al azar.

Tabla 8. Análisis de varianza de los grupos de alumnos.

El valor de la F de Snedecor es superior al valor de las tablas, por tanto la diferencia entre el grupo tradicional, el grupo cooperativo y el grupo TIC no es debida al azar sino a las metodologías aplicadas en el aula.

CONCLUSIONES

Con la observación durante el período de explicación por parte del profesor y el test final de conocimientos se puede justificar que el aprendizaje cooperativo y el uso de las TIC en la parte de termodinámica facilitan el aprendizaje más que la enseñanza tradicional.

El aprendizaje cooperativo consigue que los alumnos estén más interesados durante las clases de física, en cambio la enseñanza tradicional no provoca esto en los alumnos, incluso desmotiva. El uso de las TIC motiva pero tiene un efecto menor que el cooperativo.

El aprendizaje cooperativo y el uso de las TIC facilitan el aprendizaje claramente de la teoría y de los ejercicios. En cambio, a la hora de afrontar los problemas, el uso de las TIC no provoca diferencias respecto de la metodología tradicional, hecho que contradice a Egarietwe et al. (2000). Sin embargo, el aprendizaje cooperativo sí que logra un mejor aprendizaje en los problemas.

El aprendizaje cooperativo y el uso de las TIC facilitan el aprendizaje de la densidad, de las relaciones entre la presión, volumen y temperatura, y del concepto de calor. Sin embargo, el aprendizaje cooperativo tiene un efecto mayor que el empleo de las TIC.

Los alumnos que han seguido el aprendizaje cooperativo logran un mejor resultado en el test final independientemente de cómo se evalúe. Por tanto, el aprendizaje cooperativo ha facilitado la asimilación de los conceptos tratados en la investigación. En segundo lugar, están los alumnos que forman el grupo TIC y, en tercer lugar, se encuentran los estudiantes del grupo tradicional.

Sería interesante aplicar estas estrategias en otras materias y a alumnos de otras edades para medir su influencia en un sentido más general, además de ver la relación con los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

- Barolli, E.; Laburú, C. y Marcela, V. (2010) Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 9(1), 88-110.
- Bell, T.; Urhahne, D.; Schanze, S. y Ploetzner, R. (2010) Collaborative inquiry learning: Models, tools and challenges. *International journal of science education*, 32 (3), 349-377.
- Bernardo Carrasco, J. y Calderero Hernández, J.F. (2000) *Aprendo a investigar en educación*. Madrid: Rialp.

Donnelly, D.; McGarr, O. y O'Reilly, J. (2011) A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice. *Computers & Education*, 57 (2), 1469-1483.

Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.

Egarievwe, S.; Ajiboye, A.; Biswas, G.; Okobiah, O.; Fowler, L.; Thome, S. y Collins, W. (2000) Internet application of labview in computer based learning. *European journal of open, distance and e-learning*,

Encience, Informe (2011) *Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas*. Madrid: Rubes.

Eurydice (2011) *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. (Bruselas. EACEA)

Harskamp, E. y Ding, N. (2006) Structured collaboration versus individual learning in solving physics problems. *International journal of science education*, 28 (14), 1669-1688. <http://www.eurodl.org/?p=archives&year=2000> (Consulta: 10-12-2011)

León del Barco, B. (2006). Elementos mediadores en la eficacia del aprendizaje cooperativo: Entrenamiento previo en habilidades sociales y dinámicas de grupo *Anales de Psicología* 22, 105-112.

Magnusson, D. (1982). *Teoría de los tests*. México: Trillas.

Marušić, M. y Sliško, J. (2012) Influence of Three Different Methods of Teaching Physics on the Gain in Students' Development of Reasoning. *International Journal of Science Education*, 34(2), 301-326.

PISA (2009) <http://www.pisa.oecd.org> Extraído el 6 de febrero de 2012.

Quiñonez, C.; Ramírez, D.; Rodríguez, Z.; Rivera, F.; Tovar, E.; Vásquez, G. y Ramírez, A. (2006). Desarrollo de herramientas Virtuales para la enseñanza de la termodinámica básica. *Revista Colombiana de Física* 38, 1423-1426.

Rodríguez-Llerena, D. y Llovera-González, J. (2010) Estudio comparativo de las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales y de los experimentos reales en la enseñanza de la física general para estudiantes universitarios de ciencias técnicas. *Lat. Am. J. phys. Educ.* 4(1), 181-188.

Tanel, Z. y Erol, M. (2008) Effects of cooperative learning on instructing magnetism: analysis of an experimental teaching sequence. *Lat. Am. J. phys. Educ.* 2(2), 124-136.

Thorndike, R. L. (1989). *Psicometría aplicada*. México: Limusa.

ANEXO :

Algunas preguntas del test final de conocimientos.

¿Cómo definirías la temperatura?

¿Cómo definirías la presión?

Dado un valor de densidad de un material de la naturaleza, ¿podría existir algún otro material que tenga la misma densidad en la naturaleza? Razona tu respuesta.

¿Qué es el calor?

Un balón de fútbol cuyo volumen es de 500 cm^3 a una temperatura de 20°C se introduce en la nevera y su volumen se reduce a 480 cm^3 . Suponiendo que la presión del aire contenido en el balón no cambia, calcula la temperatura en el interior de la nevera.

Una cierta cantidad de gas en el motor del coche de Fernando Alonso ocupa un volumen de 2.5 litros a una presión de 1 atm. A la hora de mover los pistones, la presión aumenta a 20 atm. ¿Cuál es el volumen final ocupado por el gas?

Introduzco unas llaves en una probeta con agua haciendo subir el nivel de agua desde 40 cm^3 hasta 60 cm^3 . Si la masa es de 10g, ¿cuál será la densidad?

Un material se mete en un horno que está a 1000°C , lógicamente se calienta y las lecturas del termómetro que está en contacto con el material son las siguientes: 20° , 30° , 70° , 200° , 360° , 420° , 420° , 420° ... ¿Qué pasará?

- a) La temperatura del material permanecerá en 420° .
- b) La temperatura del material llegará a 1000° .
- c) No sé.

Has dado 100g de plata a una persona para que te haga una pulsera, ¿cómo podrías saber si ha empleado los 100g de plata en la pulsera o no con lo que hemos visto en clase?

USO DE LA V DE GOWIN COMO ESTRATEGIA METACOGNITIVA PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE BASADO EN UN GUIÓN EXPERIMENTAL DE INGENIERÍA QUÍMICA.

Méndez, L., Trejo, L.M., Delgado, T.

Departamentos de Ingeniería Química y Fisicoquímica & Coordinación de Actualización Docente. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. México

Correo. lume_17@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se introduce la V de Gowin como estrategia meta cognitiva para mejorar en los estudiantes del sexto semestre de Ingeniería Química la comprensión de los conceptos función continua, función discreta y límite, así como desarrollar sus habilidades de comunicar información, ideas, problemas y posibles soluciones. El uso de esta estrategia, se fundamenta en el problema identificado sobre, la aplicación de estos conceptos en un guion experimental, tanto en estudiantes del 4º semestre del plan anterior así como en estudiantes del 6º semestre del plan vigente, en relación al mismo guión experimental: “Descarga en un tanque”.

Palabras clave

V de Gowin, Guión experimental, Descarga de tanque, Ingeniería Química.

INTRODUCCIÓN

Desde 1993 la Facultad de Química (FQ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) inició su proceso de revisión y modificación de los planes de estudio, aprobados en 1987, que presentaban gran rigidez y excesiva carga académica, con poca disponibilidad de tiempo para el estudio individual. En 2006 se implantaron los nuevos planes de estudio de la Carrera de Ingeniería Química (IQ) y en 2011 fueron reacreditados por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería CACEI de 2005.

En el caso del área experimental actual de ingeniería química son cuatro asignaturas independientes que se imparten desde el 5º al 8º semestre; en comparación con el anterior plan en el cual los laboratorios eran dependientes de la teoría e iniciaban desde el 3º semestre y terminaban en el 8º semestre.

Los nuevos planes pretenden dar respuesta a la necesidad de un egresado capacitado para sintonizar con la sociedad global actual del conocimiento y la información y responder a la sustentabilidad que demanda los cambios políticos y económicos.

Los cambios a los planes de estudio siempre buscan preparar a los estudiantes conforme se manifiestan las diferentes demandas sociales, políticas y económicas.

Ya en 1969, Postman y Weingartner, citados en el texto de Moreira (2005, p84) escribieron: “... aunque se debía preparar al alumno para vivir en una sociedad caracterizada por el cambio cada vez más rápido, tanto de conceptos, como de valores, tecnológicos, la escuela

aun enseña conceptos fuera de foco....como: el concepto de “verdad” absoluta, fija, inmutable; el concepto de certeza, (respuesta absolutamente “correcta”); el concepto de globalización de la economía como algo necesario e inevitable; el concepto de mercado”, mas adelante estos investigadores citan: “... la sobrevivencia en esta época de energía nuclear y de viajes espaciales dependerían de conceptos como relatividad, probabilidad, incertidumbre, función, causalidad múltiple (o no-causalidad), relaciones no simétricas, grados de diferencia e incongruencia, representaciones, modelos.

Ahora más de 40 años después seguimos experimentando rigurosas transformaciones por los cambios científicos y tecnológicos, que llevan a procesos de internacionalización de conocimientos como factor de desarrollo, nuevas formas de competitividad en el sector productivo, en el mercado laboral, que provienen de los procesos de globalización, procesos que no se restringen al sector económico o de capitales, incluyen ahora los que obligan a una profunda reflexión sobre el diseño de los planes de estudio, de los contenidos, de las nuevas forma de enseñanza, de la acreditación, de la calidad, entre otros. García y Pérez (2008 p. 1,2).

Ante estos cambios nos planteamos las siguientes preguntas: ¿Existe algún cambio actitudinal y de conocimientos entre alumnos del nuevo plan de estudios de 6º semestre comparado con alumnos de 4º semestre del plan anterior, ante un mismo experimento? ¿Los guiones experimentales programados requieren de cambios, por ejemplo un mayor grado de dificultad, mayor autonomía del estudiante para dar respuesta a los problemas planteados, o se requiere modificar la estructura de estos guiones para una nueva situación de aprendizaje?

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Deseamos saber si actualmente se logran desarrollar algunas competencias genéricas como resolución de problemas, trabajo en equipo, capacidad de organizar y planificar su trabajo experimental, mejorar la comunicación oral y escrita, desarrollar un razonamiento crítico, ANECA, (2005) y algunas competencias específicas como: demostrar la capacidad para aplicar los conocimientos de matemática y física; la capacidad de analizar sistemas utilizando balances de materia y energía en la resolución de un problema en régimen no estacionario y sin reacción química.

El experimento actualmente se ubica en el laboratorio de I.Q. II (3 horas semanales, 3 créditos) que se imparte en el 6º semestre, comprende temas de las asignaturas Ingeniería de Fluidos, Transporte de energía e Ingeniería de Calor.

Se busca conocer específicamente ¿en qué estado se encuentra el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal que muestran los estudiantes de I.Q. del nuevo plan de estudios y hacer una breve comparación con los aprendizajes correspondientes de los alumnos del plan anterior ante un mismo experimento.

Reflexionar de manera autocrítica como docentes sobre los guiones experimentales actuales para hacer cambios necesarios a las nuevas demandas; por ejemplo, proponer un problema con mayor grado de dificultad y/o se requiere modificar su estructura para un mejor aprendizaje.

El objetivo académico del protocolo actual comprende dos aspectos: el objetivo inicial lograr la adecuada aplicación y comprensión de los conceptos función continua, función discreta y límite; se introduce como segundo objetivo, comparar los tiempos de descarga determinados con el modelo teórico con los del modelo experimental, para introducir el concepto de coeficiente de descarga dándole un significado real.

Nos propusimos aplicar la estrategia didáctica V de Gowin, para promover un mayor razonamiento cuando enfrentamos al estudiante a ciertas inconsistencias del modelo teórico con respecto al modelo obtenido experimentalmente. La V de Gowin, además facilita la diferenciación progresiva de conceptos, promueve la reconciliación integradora de conceptos y lleva al estudiante a una organización secuencial para resolver el problema.

Se ha probado que la V de Gowin ayuda a estudiantes y profesores a profundizar en la estructura y el significado del conocimiento, (meta conocimiento) y que posibilita un mejor aprendizaje significativo, González García, (2008 p. 12).

Finalmente pretendemos que el estudiante reflexione acerca de su capacidad para comprender, incorporar y explicar los conceptos desde diferentes ángulos y no solo los acepte por “avanzar” en el experimento o “avanzar” en las asignaturas y continuar con una actitud pasiva ante nuevas situaciones.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El guión original “Descarga en un Tanque” Méndez, (2002) tiene la estructura: Problema. Desarrollo experimental y cuestionario (guía). Al revisar este guión, en 2005, dentro del proceso de mejoramiento permanente establecido en el Departamento de I.Q., asociamos la constante dificultad de los estudiantes en comprender el significado de una función aproximada (discreta) la cual no define correctamente el comportamiento continuo del fenómeno bajo estudio. Para ello se modificó el guión. Lo relevante de los cambios fue la eliminación de algunas preguntas y se mejoraron otras para inducirlo de mejor manera a que las mediciones experimentales las hace en intervalos, sin embargo, el modelo se representa con una función continua ya que los procesos son continuos.

Para evaluar el guion modificado y regular el aprendizaje, Jorba y Casellas (2002) se aplicó en el 2005 el instrumento diagnóstico denominado Knowledge Previous Inventory Students, (KPSI). En este inventario se incluyeron 8 conceptos de matemática que los estudiantes han cursado en asignaturas cálculo de 1° y 2° semestres y que requiere sean aplicados para la solución del problema.

La evaluación se hizo con una muestra representativa, el 23% de alumnos del total. De la muestra el 75% trabajó con el guión modificado, es el Grupo A y el restante 25% trabajo con el guion sin modificar, será el Grupo B.

Los resultados del KPSI fueron:

Antes de realizar el experimento, el 70% de toda la muestra, no responde la definición de función continua y discreta, el 30% restante da una definición alejada de lo correctamente aceptado. Después del experimento, el 50% del Grupo A, (guion modificado) mejoró la definición de función continua y el 35% mejoró su definición sobre función discreta; el 15% del total no responde. En el caso del Grupo B (guion sin modificar), solo el 16 % mejoró su definición de ambas funciones y un 66 % no responde.

Lo que muestran estos resultados es que si bien el guión modificado ayuda a mejorar la comprensión de algunos conceptos abstractos aun no se logra un avance conceptual en la mayoría de los alumnos. Méndez, Flores y Sanmartí (2006).

Las definiciones típicas al concepto de límite dadas por alumnos, del plan anterior (4° semestre) y del nuevo (6° semestre) se muestran en la siguiente Tabla 1:

**PLAN DE ESTUDIOS 1987,
4º SEMESTRE**

Condición que se debe cumplir en la función.
Significa que tanto nos acercamos a un valor sin tocarlo.
El valor que toma una función cuando la variable independiente tiende a un determinado valor.
Es una función que tiende a un valor determinado.
Es el intervalo en el que una función tiende a cero.
El 30% no lo recuerda

**PLAN DE ESTUDIOS 2005,
6º SEMESTRE**

Es el valor máximo en el que puede ser evaluada la función.
Máximo punto de una función donde ésta se vuelve continua.
Valor máximo en donde una función está definida.
Es un valor específico hacia el cual tiende la función.
Se refiere a los valores que pueden tomar una función sin que esta sea indeterminada.
El 10% no lo recuerda

Tabla 1. Definiciones de “límite” dadas por alumnos de los dos planes de estudio.

Observamos que siendo este concepto muy abstracto, los estudiantes de los dos planes de estudio muestran dificultad para comprenderlo, aún después de su aplicación algorítmica adecuada, como se ha publicado previamente Hitt y Paez (2003 pp. 97-108).

Para tratar de mejorar el guión realizamos un análisis detallado del mismo. Encontramos que:

- 1) El problema planteado es adecuado ya que es parte importante de la temática de Ingeniería de fluidos: Flujo a régimen no estacionario.
- 2) Las indicaciones iniciales en el desarrollo experimental están muy dirigidas; esto se hizo con el fin de minimizar errores experimentales, pero ahora consideramos que esto no da la oportunidad al estudiante para que establezca predicciones y las reconcilien o modifiquen durante y después de la experimentación y se promueva un mejor razonamiento, ni facilita la recepción activa de conceptos
- 3) De las 18 preguntas del guión seleccionamos las que consideramos pueden potenciar mejor la estructura cognoscitiva e introducir otras para la predicción y reflexión sobre su avance conceptual.

Con los cambios hechos en el guión, en agosto de 2008 aplicamos la V de Gowin a 4 estudiantes que tenían dificultad en la solución del problema. La aplicamos en tres etapas:

La 1ª Etapa consistió en: Observación del sistema bajo estudio y percepción de la descarga con el propósito de promover más la recepción activa del alumno mediante la identificación del sistema bajo estudio, la observación del fenómeno y la preparación plan de acción.

La 2ª etapa consistió en realizar las mediciones planeadas, su registro y su transformación en tablas y gráficas. Mediante el análisis de la información generada el estudiante emite sus juicios de conocimiento como resultado de una vertiente pragmática inicial y de un razonamiento más profundo, los estudiantes pudieron advertir que tiene la capacidad de comprender, incorporar y explicar los conceptos desde diferentes ángulos y no solo los acepte.

La 3ª Etapa era enfrentar al estudiante ante ciertas inconsistencias no fácilmente aceptadas: Dudar de un modelo teórico.

De acuerdo a los primeros resultados observamos una ganancia conceptual, por ejemplo, la mayoría de los estudiantes pudieron introducir, por sí solos, lo que llamaron “factor de corrección”, para “corregir” su modelo teórico.

Los estudiantes consideraron que el uso de la V les ayudo a “sintetizar” y secuenciar mejor sus conceptos.

Soluciones y recomendaciones

Como resultado del trabajo anterior, nos planteamos volver a utilizar como estrategia didáctica la V de Gowin; herramienta que facilita en los estudiantes a profundizar en la estructura y el significado del conocimiento, (meta conocimiento) y que posibilita un mejor aprendizaje significativo, González García (2008).

Modificamos nuevamente el guión en diciembre de 2011, con la redacción de un **nuevo problema**: Predecir con la mayor exactitud ¿en cuantos segundos fluye agua dentro del intervalo de 62 a 52 cm y cuantos dentro del intervalo de 32 a 22 cm? para el sistema existente en el Laboratorio. Determine si la rapidez de descarga (g/s), ¿tiene el mismo valor en cada intervalo?

Otra modificación consiste en que determine primero el modelo teórico y lo compruebe experimentalmente; el propósito es, nuevamente llevar al estudiante al conflicto cognitivo entre la teoría y la práctica. Lo anterior trajo como consecuencia nuevamente mejorar las preguntas clave de la V.

Mostramos a continuación cómo una de las estudiantes desarrollo la solución del problema en 4 etapas con el uso de esta herramienta.

Las instrucciones dadas fueron: Al resolver los diferentes problemas planteados en este laboratorio siempre estas observando, pensando, percibiendo pensando, percibiendo qué sucede y por qué sucede. Al operar el equipo y los instrumentos, estas pensando en cómo controlar el proceso, haces el registro de datos, los transformas en graficas, cálculos y sigues pensando al analizar la información, los resultados. Es decir, siempre están interactuando dos procesos “pensar - hacer”, para resolver el problema,

Queremos que se pongan de manifiesto estos procesos mediante el uso del siguiente esquema (V de Gowin). La V de Gowin se va figurando de la parte inferior a la superior con la interacción entre: el hacer - el pensar, para dar respuesta a las preguntas planteadas. Observa la siguiente figura.

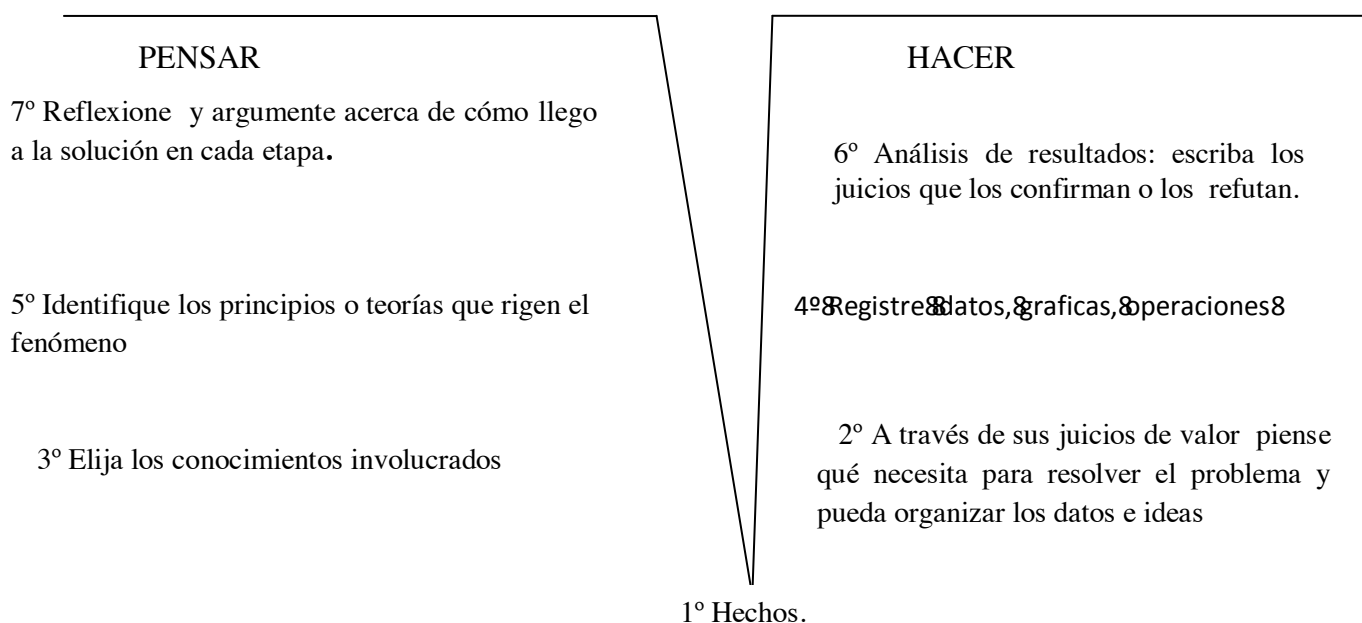


Figura 1 Instrucciones

1a Etapa: DETERMINAR EL MODELO TEORICO PARA CALCULAR EL TIEMPO EXACTO CON QUE SE DESCARGA EL FLUJO EN LOS INTERVALOS SOLICITADOS.

$$\text{Resultados: Intervalo (62-52 cm): } t = \frac{\sqrt{2}(\sqrt{h_A} - \sqrt{h_B})}{\left(\frac{D_2^2}{D_1^2}\right)\sqrt{g}} = \frac{\sqrt{2}(\sqrt{62} - \sqrt{52})}{\left(\frac{1.01^2}{18.1^2}\right)\sqrt{981}} = \mathbf{9.425s}$$

$$\text{Intervalo (32-22 cm): } t = \frac{\sqrt{2}(\sqrt{h_A} - \sqrt{h_B})}{\left(\frac{D_2^2}{D_1^2}\right)\sqrt{g}} = \frac{\sqrt{2}(\sqrt{32} - \sqrt{22})}{\left(\frac{1.01^2}{18.1^2}\right)\sqrt{981}} = \mathbf{13.74s}$$

8o Puede expresarse el modelo teórico:

$$\frac{dh}{dt} = K * h^{0.5}$$

$$\frac{dh}{dt} = 0.1352 * h^{0.5}$$

7° Sustituyendo v_2 en la ecuación de continuidad:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{A_2}{A} (2g)^{1/2} * h^{1/2} \cdot 8$$

$$h_1 = v_2^2 / 2g \cdot 8$$

5o Consideraciones para la simplificación matemática del balance de energía para el cálculo de v_2 .

$$\Delta h \frac{g}{g_c} + \frac{\Delta v^2}{2g_c} + \frac{\Delta P}{\rho} = - \sum F - W \quad 8$$

4° . Ecuación para el Balance de energía

Ecuación de continuidad

2° Escribir los principios o leyes a aplicar

9° Al separar variables en el modelo e integrar en los intervalos solicitados, se obtiene la ecuación para el cálculo del tiempo.

6o Puedo interpretar el significado de la ecuación de velocidad v_2 : **La energía potencial se transforma en energía cinética.**

$$A_1 \frac{dh}{dt} = A_2 v_2$$

3° De acuerdo al sistema, escriba la ecuación del siguiente enunciado: “La variación del flujo másico en el tanque es igual al flujo másico en la salida del tanque”

1° Descripción del sistema: Tanque de acrílico con Diámetro= 18.1 cm y con orificio a la salida de 1.01 cm

Figura 2 Primera Etapa

2ª Etapa: Comprobación experimental de resultados teóricos.

El error % es alto, puede ser explicado por considerar en el modelo teórico que no hay fricciones asociadas con la rugosidad, pero hay una reducción repentina del área a la salida. Además hay vorticidad del líquido en la parte final de vaciado.

5º Analice Tabla 2. Si hay alguna diferencia por pequeña que sea, explique a qué puede deberse.

Tabla 2

$\Delta h(\text{cm})$	$\Delta t_{\text{teórico}}(\text{s})$	$\Delta t_{\text{exper.}}(\text{s})$	Error %
62-52	9.42	13.81	31.7
32-22	13.74	20.66	33.5

8

4º Conforme con los datos de Tabla 1, comparar en los resultados experimentales con los teóricos. Determine el error %. Tabla 2

h(cm)	$\Delta h(\text{cm})$	Δt_{prom}	$\Delta h/\Delta t(\text{cm/s})$
122			
2			

3º Medir y registrar en Tabla 1 el tiempo de descarga desde altura máxima hasta mínima. Repetirlo por lo menos tres veces.8

2º Dividir la altura total de descarga en **12 intervalos iguales**.

1º Llenar el tanque hasta una altura de 125 cm, Marcar la altura inicial en 122 cm y marcar la mínima en 2 cm arriba de la base del tanque

Figura 3 Segunda Etapa

3ª **Etapa:** Calcular ¿en cuantos segundos fluye agua dentro del intervalo de 62 a 52 cm y cuantos dentro del intervalo de 32 a 22 cm? en el tanque **con el modelo experimental** ¿El error% es menor 1%?

CONCLUSIONES: No es menor de 1 %.

El modelo es semejante al teórico, es potencial.

Puede expresarse: $\Delta h/\Delta t = K \cdot h^{0.478}$

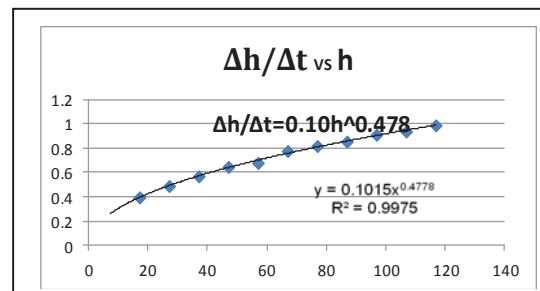
Nota: Se utilizan las alturas medias dentro de cada intervalo, ya que ésta función está definida para cantidades discretas.

$(\Delta h/\Delta t)$ es la velocidad con que descarga el fluido depende de la altura, (Presión hidrostática)

El error disminuye notablemente

$\Delta h(\text{cm})$	$\Delta t_{\text{calculado}}(\text{s})$	$\Delta t_{\text{exper.}}(\text{s})$	Error %
62-52	14.28	13.81	3.4
32-22	21.14	20.66	3.3

Comparar el tiempo calculado con la función identificada y el tiempo experimental.



Encontrar la función matemática que relacione las variables, **No utilice una función polinomial.**

¿Cuál es el significado físico de la última columna ($\Delta h/\Delta t$) y cual variable causa el cambio en la velocidad de descarga?

OBSERVAR TENDENCIA DE VALORES DE LA VELOCIDAD DE DESCARGA EN TODO EL SISTEMA: DATOS DE LA TABLA 1

Figura 4 Tercera Etapa

4ª Etapa: Escriba el modelo que permite predecir con la mayor exactitud la solución del problema:

Modelo teórico corregido: $\frac{dh}{dt} = Cd * K * h^{1/2}$

Es un coeficiente en la descarga Cd

El error está en que el modelo **debe** expresarse como una diferencial, no con valores discretos.

$$\left[\frac{h^{-n+1}}{-n+1} \right]_{h_0}^{hf} \frac{1}{k} = t$$

Integrando se hace el cálculo:

La ecuación se determinó con Δh y Δt , valores discretos. Se tiene que obtener **el límite** de la función para acercarnos más a ella, es decir, que Δh tiendan a cero.

$$C = \frac{K_{EXP}}{K_{TOOT}} = \frac{0.1015}{0.1352} = 0.75$$

El factor de corrección se puede calcular mediante un cociente entre los valores de las constantes, son diferentes.

Compare el modelo anterior con teórico, ¿en qué son iguales, en qué diferentes? ¿debe hacer alguna corrección?

¿Cómo explica matemáticamente la disminución en el error?

Analice los resultados, la disminución en el error, ¿se debe a errores experimentales?

$\Delta h(\text{cm})$	$dt_{\text{calculado}}$ (s)	$\Delta t_{\text{exper.}}$ (s)	Error %
62-52	14.28	14.28	0.0
32-22	20.65	20.66	0.48

Compare y determine el error.

¿Qué modificación matemática se tiene que hacer a la ecuación identificada para que el error tienda a cero?

EL ERROR POR CIENTO DEBE TENDER A CERO. SE DESEA LA MAYOR EXACTITUD.

Figura 5 Cuarta Etapa

CONCLUSIONES

A pesar de que la V epistemológica fue inventada en 1970 por Gowin, su aplicación es totalmente vigente. Su aplicación no es simple y mucho menos en donde impera la supremacía del resultado numérico y de las respuestas rápidas, “sin rollo”. Se da por hecho que al llegar al resultado numérico el estudiante domina los conceptos sobre el tema.

Observamos que desde la primera aplicación de esta herramienta, en 2008, los estudiantes emiten juicios de valor; por ejemplo, pueden “leer” en la ecuación de la velocidad en función de la altura, que la energía potencial se transforma en energía cinética. Otro ejemplo, al hacer la pregunta ¿qué modelo será más exacto: el teórico o el experimental?, algunos estudiantes respondieron que el modelo experimental porque considera las características del sistema: tanque de paredes lisas y orificio en la salida.

En la 2ª etapa, figura 3: en la comprobación experimental de resultados teóricos, se aprecia, por las respuestas, un razonamiento más profundo para explicar las discrepancias entre dichos valores, las atribuyen al término de fricción en el tubo, aun no llegan al concepto de descarga en el orificio.

En la 4ª etapa en la base de la V, cuando el hecho consiste en que el error tienda a cero, el alumno aplica el concepto de límite; sin embargo gran parte de los estudiantes no han comprendido totalmente que el error no es experimental sino conceptual al utilizar una función discreta.

Al cambiar el problema con mayor grado de dificultad y mejor contextualizado, observamos que los estudiantes en la última etapa, figura 5, logran una ganancia conceptual, la mayoría de ellos pudieron introducir, por sí solos, lo que llamaron “factor de corrección” en su modelo teórico, en realidad es el coeficiente de descarga. Este concepto puede deducirlo y comprenderlo el estudiante en la forma en que se desarrolla el guion; de otra manera, continuarán aceptando conceptos sin entender su significado. Además este es un concepto de anclaje para la siguiente experimentación.

La V de Gowin es una herramienta muy poderosa. Intentamos llevar al alumno a una reflexión sobre la forma en que aprende en el laboratorio, la forma en que resuelven el problema.

Observamos que los alumnos de 6º semestre mostraron un mayor desarrollo en su capacidad procedimental, más confianza en la aplicación de sus conceptos que los alumnos de 4º semestre del plan anterior. Mostraron también una actitud responsable y con respuesta a nuevos retos.

El trabajo en equipo facilita la experimentación, lleva a la identificación de errores de medición, tiene que ver con la falta de comunicación entre ellos.

Los comentarios de los estudiantes con respecto al uso de esta herramienta fueron positivos, mencionaron que la secuencia lógica y razonada conduce a comprender conceptos anteriores y lleva con claridad a la solución del problema.

Una parte fundamental de la V, son las preguntas clave o centrales, al modificarlas y seleccionarlas, como docentes, logramos reflexionar sobre cómo lograr un aprendizaje más significativo.

Finalmente, la siguiente meta es seguir utilizando esta herramienta heurística en otros guiones y desarrollar la competencia argumentativa.

BIBLIOGRAFÍA

ANECA. (2005). Asociación Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, *Libro Blanco Título de Grado en Ingeniería Química*. Último acceso el 19 de abril de 2010 desde <http://www.aneca.es>

Celma G.C., Gutiérrez M.C. y Tulio L. (2006). *Diseño Curricular por Competencias: Una oportunidad de mejoras para la carrera Ingeniería Química* (pp. 5-6). Último acceso el 19 de abril de 2010, desde http://dpi.eq.ufrj.br/ciaiq_22/CD/formCrCongreso/papers/02b/02b_237.pdf.

García J.V., Pérez M.C. (2008). Espacio europeo Superior, competencias y empleabilidad. *Revista Iberoamericana de Educación* (pp. 1-2)

González García, F.M. (2008). *El mapa conceptual y el diagrama V. Recursos para la enseñanza superior en el siglo XXI*. (pp. 78-88). Madrid: Narcea. 12

Hitt F. y Páez R. (2003). Dificultades de aprendizaje del concepto de límite de una función en un punto. *Revista Uno*, No. 32, (pp. 97-108).

Jorba, J. y Casellas, E. (2002). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Madrid: Editorial Síntesis.

Méndez Chávez, L.C. (ed). (2002). Protocolo Descarga en un Tanque. *Laboratorio Flujo de Fluidos. Laboratorio de Ingeniería Química*, Facultad de Química, UNAM. Último acceso el 19 de abril de 2010 desde <http://depa.fquim.unam.mx/IQ/iq/practica1n.htm>.

Actas publicadas

Méndez Chávez, L.C., Flores Almazán, S.A. & Sanmarti Puig, N. (2006). Evaluación de un guión experimental. *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. ISBN 84-7733-845-0. España. Universidad de Zaragoza.

Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo crítico. *III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo* (pp. 33-45) Traducción de Ileana Greca y María Luz Rodríguez Palmero).

Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia

Morgado, S., Leite, L.

Instituto de Educação, Universidade do Minho

sofi@morgado@ie.uminho.pt

RESUMO

O ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma abordagem didática que exige uma mudança radical no papel do professor, designadamente de Ciências. A sua implementação requer formação formal, ao nível da formação inicial e/ou contínua de professores. Neste trabalho apresenta-se efeitos de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia com vista à implementação do ensino orientado para a ABRP, nas conceções desses professores sobre ABRP e nas suas perspetivas sobre a viabilidade da metodologia. Os resultados sugerem que as conceções dos professores, sobre ABRP, evoluíram e que os mesmos passaram a considerar o ensino orientado para a ABRP mais viável. Contudo, parece necessário apoiá-los na implementação deste tipo de ensino em sala de aula, satisfazendo as necessidades que alguns deles explicitaram.

Palavras chave

Educação em Ciências; Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas; Formação Contínua de Professores; Professores de Ciências; Professores de Geografia.

INTRODUÇÃO

Em Portugal, a formação de professores tem por base uma formação inicial e a formação contínua. De acordo com a Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º49/2005, de 31 de Agosto) a formação inicial tenta proporcionar aos futuros professores conhecimentos e competências básicas ao nível científico, pedagógico e social. Segundo a mesma Lei, após essa formação inicial, o professor pode ingressar na carreira docente, como professor profissionalizado, mas deve ir desenvolvendo competências inerentes à sua atividade profissional, de modo a aprofundar e a atualizar os seus conhecimentos. Nos últimos anos, em Portugal, a formação contínua tornou-se uma componente fundamental contemplada para efeitos de avaliação do desempenho e de progressão na carreira docente. Como o ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma abordagem didática, recentemente introduzida em Portugal, que exige uma mudança radical no papel do professor, designadamente de Ciências, a sua implementação generalizada requer formação formal, ao nível da formação contínua de professores. Em Portugal, existem alguns estudos centrados nas conceções e perceções sobre viabilidade da ABRP, envolvendo futuros professores mas não se conhecem estudos sobre as conceções nem sobre as perspetivas de viabilidade de um ensino orientado para a ABRP realizados com professores de Ciências e de Geografia que se encontrem em exercícios de funções docentes. Note-se que esta última a disciplina, na sua componente de Geografia Física,

tem muitos pontos de contato com as Ciências, pelo que estes professores podem ter concepções e necessidades de formação semelhantes às dos professores de Ciências.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo é averiguar o impacto de uma ação de formação de professores de Ciências e de Geografia sobre as suas concepções acerca do ensino orientado para a ABRP, bem como as suas perspetivas acerca da viabilidade de implementação desse mesmo tipo de ensino.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Embora haja várias concepções de ABRP (Savin-Baden & Major, 2004) a mais consensual entre os especialistas na área aponta para um ensino centrado no aluno, em que este aprende conhecimentos novos resolvendo problemas sob orientação de um professor que age como facilitador (Lambros, 2004). Esta concepção baseia-se na ideia que o aluno tem conhecimentos e capacidades que lhe permitem aprender e aprender a aprender (Duch, Groh & Allen, 2001), a partir de fontes de informação, de diversa natureza, e, assim, construir soluções para problemas que ele considera relevantes. Atendendo a que a relevância atribuída pelo resolvidor aos problemas constitui um elemento facilitador, estes devem ser, ou pelo menos parecer, reais (Chin & Chia, 2004), incidindo em situações do quotidiano (Azer, 2008). Esta condição é importante para que o aluno (resolvidor) sinta que vale a pena investir tempo e esforço na sua resolução (Chin & Chia, 2004). Os problemas podem ter origens que vão desde o professor ao aluno, passando por situações em que são formulados a partir de contextos problemáticos ou cenários (Chin & Chia, 2004; Lambros, 2004) que abordam assuntos socio-científicos relevantes para o cidadão comum e que, por isso, são de natureza interdisciplinar. No último caso, o contexto problemático deve ser motivador e intrigante, de modo a suscitar ao aluno questões (Chin & Chia, 2004) que ele queira ver respondidas. A seleção do contexto deve ser especialmente cuidada quando se está condicionado por currículos prescritivos, que definem conteúdos e/ou competências a desenvolver pelos alunos (Morgado & Leite, 2011), pois nesses casos o cenário deve ser capaz de suscitar questões que englobem esses conteúdos e competências. Na perspetiva de Leite e Afonso (2001), o ensino orientado para a ABRP pode ser organizado em quatro fases: Seleção ou construção, pelo professor, do contexto problemático; Formulação de problemas, pelos alunos, a partir desse contexto; Resolução dos problemas, pelos alunos, preferencialmente em grupo; Síntese das aprendizagens realizadas e avaliação do processo, pelos alunos e pelo professor. Assim, a implementação do ensino orientado para a ABRP exige uma mudança drástica nos papéis do professor e do aluno (Dahlgren, Castensson & Dahlgren, 1998; Lambros, 2004): o professor deixa de funcionar como transmissor de conhecimentos conceptuais e passa a ser um agente facilitador e orientador de aprendizagens diversificadas; o aluno assume a responsabilidade pela sua própria aprendizagem, identificando o que já sabe sobre o problema, o que precisa saber para o resolver e o que precisa fazer para resolver esse mesmo problema. Todo este processo requer que os alunos atuem de forma crítica e reflexiva sobre os materiais de aprendizagem, bem como sobre as suas ações e as dos seus colegas, de modo a terem sucesso na tarefa de resolução dos problemas e a integrarem os seus conhecimentos prévios com os novos conhecimentos (Hmelo-Silver, 2004), realizando assim aprendizagens significativas e duradouras.

Por ser uma metodologia nova, pelo menos na área da educação em ciências, e por exigir grandes modificações na maneira de estar em sala de aula, alguns autores têm

estudado as reações de alunos e professores a esta metodologia que, por aquela razão, poucos professores em serviço tiveram oportunidade de estudar na sua formação inicial. Em relação às reações dos alunos, e embora haja algumas evidências (Leite, Dourado & Esteves, 2011) de que podem estar dependentes dos seus estilos de aprendizagem, um estudo realizado por Gandra (2001), com alunos, do 9º ano de escolaridade, que estudaram um tema de Física segundo o ensino orientado para a ABRP, permitiu constatar que estes gostaram da abordagem, tendo dado especial ênfase ao facto de terem podido pesquisar, trabalhar em grupo e realizar experiências. Também Leite e Esteves (2005) realizaram um estudo com estudantes universitários (futuros professores de Física e Química) que foram submetidos a um ensino orientado para a ABRP, tendo constatado que a maioria gostou desta abordagem por a considerar mais motivadora, por poderem participar mais nas aulas e por o trabalho ser efetuado em grupo. No entanto, as autoras verificaram, também, que, apesar de os alunos considerarem que os assuntos ficaram compreendidos, não gostaram muito de fazer pesquisa de informação em livros, especialmente quando estes se encontravam em língua inglesa. No que respeita aos professores, Dahlgren, Castensson & Dahlgren (1998) realizaram um estudo com sete professores acerca das suas perspetivas sobre o ensino orientado para a ABRP, e constataram que a maioria dos professores reagiram bem, não tendo nenhum deles expressado o desejo de voltar ao ensino tradicional. No entanto, os autores constataram que os professores ficaram apreensivos por terem a sensação de não saber concretamente o que os alunos estavam a apreender, devido ao facto de lhes ser dada liberdade, autonomia e responsabilidade para construírem o seu próprio conhecimento. Também Gandra, no estudo acima referido, verificou que o professor sentiu algumas dificuldades em assumir o seu papel de tutor durante a implementação do ensino orientado para ABRP, principalmente na gestão de debates e no acompanhamento dos alunos em atividades realizadas em espaços exteriores à sala de aula.

Assim, e apesar das grandes alterações que o ensino orientado para a ABRP exige, quer professores quer alunos parecem reagir bem à sua introdução na educação em ciências. Contudo, a novidade do assunto e os desafios que a sua implementação coloca aos professores fazem com que seja insuficiente a sua familiarização teórica, livresca, com o assunto, e antes requer o seu envolvimento em ações de formação teórico-práticas, que, simultaneamente, lhes permitam compreender os fundamentos teóricos da abordagem e perceber como ela se pode concretizar no contexto real das salas de aula portuguesas.

METODOLOGIA

Para concretizar o objetivo deste estudo foi desenvolvida uma ação de formação, creditada pelo Conselho Científico-Pedagógico de Formação Contínua de Professores, intitulada “A Aprendizagem das Ciências e da Geografia Baseada na Resolução de Problemas”, a qual foi dinamizada por dois investigadores do Projeto em que se integra este trabalho. A ação teve a duração de 25 horas e destinou-se a professores de Ciências (Ciências Físico-Químicas e Ciências Naturais) e de Geografia. De acordo com o respetivo programa, a ação de formação tem como principais objetivos: refletir sobre as características e o papel que os problemas têm desempenhado no ensino e nas aprendizagens das Ciências e da Geografia; analisar as perspetivas atuais para utilização dos problemas no ensino e na aprendizagem das Ciências e da Geografia; caracterizar o ensino orientado para a ABRP, bem como os papéis dos respetivos intervenientes; analisar criticamente materiais e experiências de ensino orientado para a ABRP; desenvolver materiais didáticos para implementação de um ensino das Ciências e da Geografia orientado para a ABRP; desenvolver materiais para avaliação das

aprendizagens em contextos de ensino das Ciências e da Geografia orientado para a ABRP. Esta ação foi implementada numa escola secundária que manifestou interesse em que os seus professores a frequentassem.

Dezassete professores de Ciências e de Geografia decidiram voluntariamente participar na ação de formação e aceitaram colaborar no estudo. No entanto, cinco professores foram excluídos do mesmo por terem mudado de escola, e não terem respondido ao pós-teste. Dos 12 professores, sete são de Ciências de Físico-Químicas, três são de Ciências Naturais e dois são de Geografia. No que respeita à formação académicas, oito professores possuem licenciatura, dois têm uma especialização e dois completaram um mestrado. Dez destes professores têm idade superior a 41 anos, 10 são do sexo feminino e 10 têm mais de 16 anos de serviço.

Antes e a após a ação, foram recolhidos dados, por questionário, sobre as conceções dos professores acerca da ABRP, bem como sobre as suas perspetivas acerca da viabilidade de implementação do ensino orientado para a ABRP. Os dados recolhidos foram analisados com base em conjuntos de categorias emergentes, desenvolvidos para o efeito, de modo a averiguar a eventual evolução do grupo de professores, nos tópicos contemplados. As categorias de análise serão apresentadas na secção que se segue e serão ilustradas com algumas respostas de professores, identificadas através do número de ordem atribuído ao professor, precedido dos seguintes códigos: AF (Antes Formação) e PF (Pós Formação).

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Quando questionados sobre as razões por que se inscreveram na ação de formação, os professores afirmaram que a frequentaram pelo facto de: quererem aprender mais sobre a ABRP (oito); pretenderem melhorar as suas práticas (quatro); terem interesse na temática (três); ser realizada na própria escola (um). A maioria (oito) dos professores afirmaram que já tinham ouvido falar de ABRP, na universidade (cinco), através de colegas (dois), através da literatura (dois), em outras ações de formação (dois) e/ou na internet (um).

Antes e após a formação, os professores foram questionados sobre as suas conceções acerca da ABRP. Constatou-se que essas conceções se tornaram mais adequadas, na medida em que aumentou o número de respostas completas e diminuiu o número de respostas incompletas (tabela 1).

Tabela 1. Conceções dos professores acerca da ABRP (f)

N=12		
Conceções	Antes	Após
Completas	0	3
Incompletas	8	6
Não responde/Não sabe	4	3

Consideraram-se respostas incompletas as que omitiram uma das seguintes ideias, exigidas nas respostas completas: o problema é o ponto de partida para a aprendizagem; o aluno é o responsável pela aprendizagem; o professor é um agente facilitador e orientador de todo o processo. Acresce que se verificou uma diminuição relevante em relação à omissão do papel do professor, pois antes da formação este foi omitido por oito professores, enquanto que após a formação só três não referiram esse aspeto. Apresentam-se, de seguida, as respostas do professor número 7, que ilustram aquela diminuição:

“Metodologia de ensino em que o problema aparece como início do processo de ensino-aprendizagem.” (AF7)

“É uma metodologia centrada no aluno e em que o professor tem o papel de facilitador. O aluno é confrontado com um problema [...] que é o ponto de partida para a aprendizagem.” (PF7)

Note-se que a diminuição de respostas dos professores que não sabem ou não respondem, de antes (quatro) para após a formação (três), não é acentuada. Porém, após a formação, as respostas de dois desses professores já incidiram nas potencialidades e a de um outro já focou as limitações da ABRP, embora ainda não se tenham centrado na definição de ABRP.

Na tabela 2, apresentam-se as perspetivas dos professores sobre a viabilidade de implementação do ensino orientado para a ABRP, antes e após a formação. Constatou-se que, antes da formação, três professores pensavam ser viável implementar este tipo de ensino, sem lhe colocarem qualquer reserva. No entanto, após a formação, estes mesmos professores consideraram que poderá haver alguns condicionantes, dificultadores dessa implementação. Esta mudança poderá dever-se ao facto de, após a formação, estarem mais conscientes dos requisitos que esta metodologia impõe. Após a formação, todos os professores consideram viável a implementação da metodologia, mas todos eles apresentaram alguns condicionantes. Os mais frequentes têm a ver com a extensão do programa, que consideram ser elevada (cinco), e com a natureza dos temas, que fazem com que considerem que a ABRP só seja adequada para algumas temáticas (quatro).

Tabela 2. Perspetivas sobre a viabilidade de implementar ensino orientado para a ABRP (f) (N=12)

Viabilidade		Antes	Após
Viável sem reservas		3	0
Viável com reservas	Elevada extensão do programa	2	5
	Falta de tempo	2	2
	Escassez de recursos	3	2
	Necessidade de acompanhamento	2	1
	Morosidade do processo	0	1
	Aplicabilidade limitada	0	4
	Falta de formação de alunos e pais	0	1

Como se mostra na tabela 3, quando questionados sobre as possíveis reações dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP, antes e após formação, manteve-se o número de professores que anteciparam reações positivas (cinco), bem como o número de professores que anteciparam reações negativas (um).

Tabela 3. Perspetivas sobre as reações dos alunos face ao ensino orientado para a ABRP (f) (N=12)

Reações dos alunos	Antes	Após
Positivas	5	5
Negativas	1	1
Negativas → Positivas	3	1
Positivas → Negativas	2	1
Depende dos alunos	1	3
Não sabe	0	1

Por outro lado, diminuíram os números de professores que consideram que as reações dos alunos mudam (de positivas para negativas ou vice-versa) ao longo de uma sequência de ensino orientado para a ABRP. Em consequência, aumentou o número de professores que referiu que essas reações dependerão das características dos alunos. Note-se que três dos cinco professores que antes da formação afirmaram que as reações dos alunos serão positivas, mantiveram a mesma perspetiva após a formação. Os outros

dois passaram a afirmar que a reação dependerá das características dos alunos. Um dos professores manteve a convicção de que as reações dos alunos serão negativas.

Quando questionados se gostariam, ou não, de implementar o ensino orientado para a ABRP, todos os professores afirmaram que sim. Na tabela 4 apresentam-se os motivos pelos quais os professores gostariam de implementar este ensino. Constatou-se que estes se focalizam na metodologia (oito) e na sua contribuição para o desenvolvimento do aluno (seis) e do próprio professor (quatro). Segundo metade dos professores, a ABRP é uma metodologia que permite maior sucesso na aprendizagem. Além disso, alguns consideram que é motivadora (quatro) e que tem uma mais-valia para o aluno pelo facto de lhe dar um papel ativo (três). Note-se que dois professores afirmaram que gostariam de implementar o ensino orientado para a ABRP para testarem as suas capacidades.

Tabela 4. Motivos pelos quais gostariam de implementar o ensino orientado para a ABRP (f) (N=12)

Foco	Motivos	Após
Metodologia (n=8)	Permitir formar cidadãos ativos e informados	1
	Permitir maior sucesso na aprendizagem	6
	Tornar a aprendizagem mais ativa	2
	Ser motivadora	4
Aluno (n=6)	Atribuir um papel ativo ao aluno	3
	Desenvolver a autonomia dos alunos	2
	Incentivar a curiosidade dos alunos	1
	Formar alunos críticos	1
	Desenvolver as relações interpessoais	1
Professor (n=4)	Permitir testar a capacidade de implementação de ABRP	2
	Verificar as reações dos alunos face à ABRP	1
	Experimentar uma nova estratégia	1

Em seguida, apresentam-se, as respostas de dois professores que exemplificam os seus motivos que os levam a querer implementar o ensino orientado para a ABRP:

“Considero esta metodologia bastante motivadora e que se devidamente implementada conduz a aprendizagens mais eficazes, duradouras.” (PF14)

“Permite formar cidadãos mais ativos, informados e capazes, não só discutir mas também de contribuir para encontrar as soluções para os problemas com que se depara o mundo em que vivemos.” (PF11)

Após a formação, averiguou-se como é que os professores pensam implementar o ensino orientado para a ABRP (tabela 5).

Tabela 5. Perspetivas sobre etapas na implementação do ensino orientado para a ABRP (f) (N=12)

Etapa	Atividades	Após
Preparação da intervenção	peelo professor	2
Contexto problemático (n=10)	Abrangência da intervenção	7
	Seleção/construção do contexto	6
	Critérios de qualidade do cenário	4
Formulação e seleção dos problemas/questões (n=7)	Formulação de questões pelos alunos	5
	Análise/seleção de questões	5
	Classificação das questões	3
Resolução de Problemas (n=5)	Resolução de problemas	3
	Preparação do produto final	2
Síntese e avaliação do processo (n=4)	Síntese do processo	1
	Avaliação do processo	6

Constatou-se que os professores referem as quatro fases abordadas durante a ação de formação, embora nem todos as refiram simultaneamente: seleção ou construção do

contexto problemático (10); formulação e seleção de problemas (sete); resolução de problemas (cinco); síntese das aprendizagens realizadas e avaliação de todo o processo (quatro). De seguida, apresenta-se a resposta de um professor que pretende implementar futuramente a ABRP e que menciona todas as fases:

“Escolheria primeiro que tipo de conteúdos gostaria de tratar dessa forma. Depois escolheria/faria um cenário que achasse adequado e motivador. Depois apresentaria o cenário aos alunos, para formulação de questões e posteriormente discussão das mesmas. Estas teriam de ser selecionadas e agrupadas, de forma a ter uma sequência lógica que permita resolver o problema. Depois seria a resolução do problema propriamente dita e consequentemente a avaliação de todo o processo.” (PF8)

Acresce que alguns professores referiram outros aspetos, tais como: interesse em ter orientação durante a implementação (cinco); necessidade de ter o consentimento da comunidade escolar para implementar a ABRP (um); interesse em consultar investigações realizadas (um); crença nas potencialidades da metodologia para proporcionar aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências (um).

Após a formação, os professores foram questionados sobre os possíveis constrangimentos que poderão surgir na implementação do ensino orientado para a ABRP, tendo afirmado que estarão relacionados com: os professores (sete), os alunos e pais (cinco), o tempo (três) e a escola e os currículos (oito) (tabela 6).

Tabela 6. Possíveis constrangimentos ao ensino orientado para a ABRP (f)
(N=12)

Foco	Constrangimentos	Após
Professores (n=7)	Formação insuficiente	3
	Falta de experiência na utilização da metodologia	2
	Resistência à utilização	1
	Maior trabalho multidisciplinar	1
Alunos/Pais (n=5)	Formação insuficiente dos alunos	2
	Formação insuficiente dos pais	2
	Recorrer à comunidade envolvente	1
Tempo (n=3)	Morosidade do processo	1
	Falta de tempo	2
Escola/Currículo (n=8)	Elevada extensão do programa	2
	Natureza do currículo	2
	Regras de funcionamento da escola	4
	Dinâmica da sala	1
	Avaliação externa	2

Apresenta-se, de seguida, a resposta do professor número 14, que ilustra um dos constrangimentos que poderá surgir do ensino orientado para a ABRP:

“... Inexperiência dos professores na implementação da ABRP, que suscita, junto destes, sentimentos de insegurança e de resistência à aplicação deste tipo de ensino.” (PF14)

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Este estudo pretendia analisar os efeitos de uma ação de formação centrada no ensino das Ciências e da Geografia orientado para a ABRP, sobre as conceções e sobre as perspetivas de viabilidade de implementação desse tipo de ensino por parte de professores de Ciências e de Geografia. Os resultados sugerem que as conceções dos professores sobre ABRP se tornaram mais adequadas e que os mesmos consideraram o ensino orientado para a ABRP viável, e que, no geral, os alunos reagiriam bem ao mesmo, apesar de terem identificado alguns possíveis constrangimentos à sua implementação. Contudo, pela novidade no ensino das Ciências e da Geografia e pela mudança drástica de papéis que esta metodologia impõe, parece necessário continuar a

formação e apoiando os professores na implementação deste tipo de ensino em sala de aula, pois alguns deles afirmaram mesmo que gostariam de ser orientados nessa implementação. Para uma maior divulgação desta metodologia, é necessária uma sensibilização dos formadores de professores, de modo a que os futuros professores de Ciências e de Geografia, na sua formação inicial, tomem conhecimento da mesma. Contudo, quer para os novos docentes, quer para os docentes em serviço, é fundamental que sejam oferecidos cursos de formação contínua que lhes permitam desenvolver competências necessárias à implementação deste tipo de ensino.

NOTA: Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto Educação em Ciências para a Cidadania através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PTDC/CPE-CED/108197/2008), financiado pela FCT no âmbito do Programa Operacional Temático Fatores de Competitividade (COMPETE) do quadro Comunitário de Apoio III e participado pelo Fundo Comunitário Europeu (FEDER).

BIBLIOGRAFIA

- Azer, S. (2008). *Navigating Problem Based Learning*. Elsevier: Churchill Livingstone.
- Chin, C., & Chia, L. (2004). Problem-Based Learning: Using students' questions to drive knowledge construction, *Studies in Science Education*, 44 (1), 1-39.
- Dahlgren, M., Castensson, R. & Dahlgren, L. (1998). PBL from teachers' perspective. *Higher Education*, 36, 437-447.
- Duch, B., Groh, S. & Allen, D. (2001). Why Problem-Based Learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In B. Duch et al (Eds). *The Power of Problem-Based Learning*. (pp. 3-12). Virginia: Stylus.
- Gandra, P. (2001). *O efeito da aprendizagem da Física Baseada na Resolução de Problemas: um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade na área temática "Transportes e Segurança"*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Univ. do Minho.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Leite, L. & Afonso, A. (2001). Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas. Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciências*, 48, 253-260.
- Leite, L., Dourado, L. & Esteves, E. (2011). Relationships between students' reactions towards Problem Based-Learning and their Learning Styles. In G. Mészáros. & I. Falus (Eds). *ATEE 2010 Annual Conference Proceeding*: (pp.248-261). Bruxelas: ATEE.
- Leite, L. & Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de Física e Química. In B. Silva & L. Almeida (Org.), *Actas do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia* (pp.1752-1768). Braga: Universidade do Minho.
- Morgado, S. & Leite, L. (2011). Os problemas no ensino e na aprendizagem das Ciências: perspetivas dos documentos oficiais. In A. Lozano et al (Org.), *Actas XI Congresso Galego-Português de Psicopedagogia* (pp.1323-1334). Coruña: Universidade da Coruña.
- Savin-Baden, M. & Major, C. (2004). *Foundations of problem-based learning*. Maidenhead: Open University Press.

Una propuesta para la identificación, caracterización y evaluación de la abstracción en educadoras de párvulo a través del desarrollo de talleres para la promoción de competencias para valoración de la ciencia.

¹Olivares, C., ¹Merino, C., ^{1,2} Quiroz, W.

¹ *Laboratorio de Didáctica de la Química,*

²*Laboratorio de Química Analítica, Instituto de Química*

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

carlaolivarespetit@gmail.com

RESUMEN

Las políticas educativas chilenas han centrado su atención en fomentar el desarrollo de competencias para la valoración de la ciencia y la tecnología en el mundo escolar, a través de propuestas metodológica de talleres participativos, en el contexto de la educación no formal, con el propósito de ofrecer un espacio para que niños/as y jóvenes desarrollen, desde la educación parvularia (3-5 años), hasta la educación media (14-18 años), habilidades científicas. No obstante, estos programas representan desafíos para los docentes, especialmente en los niveles formativos iniciales, en el cual la Educadora ha de promover e instalar competencias para la valoración de la ciencia y la tecnología. Se presenta en este trabajo (que se hace parte de un proyecto mayor, Fondecyt 11100402), en el cual pretendemos proporcionar nuestras directrices teóricas y plantear el siguiente postulado: el desarrollo de las competencias científicas por parte de las Educadoras estaría aparentemente vinculado a sus capacidades de abstracción. A partir de esta idea presentamos una vía para identificar, caracterizar y evaluar los desarrollos de las Educadoras en la implementación de talleres científicos en sus aulas.

Palabras clave

Ciencias, competencias, enseñanza de las ciencias, imagen de ciencia, párvulos, abstracción.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos diez años se ha hecho cada vez más hincapié en la reflexión del maestro en torno a la noción de competencia como un elemento clave de la buena enseñanza (Perrenoud, 2003). Conjuntamente, en este mismo escenario, se debate sobre las nociones de ciencia, su enseñanza y evaluación en diferentes segmentos de la población escolar. No obstante, cuando se da cuenta sobre experiencias en enseñanza de las ciencias y promoción de competencias en niños pequeños (2 a 5 años), las referencias por el momento son un tanto escasas.

Especialmente, y por ser un desafío el cómo enseñar ciencias a niños de 2 a 5 años, (nivel correspondiente a educación parvularia en Chile), resulta un amplio y enriquecedor tema de debate nacional, como un factor determinante en la enculturación científica del ciudadano del siglo XXI. Este es uno de los principios de las actualizaciones que se han incorporado al Currículum Nacional (MINEDUC, 2009). Adicionalmente, diversos programas de gobierno consideran un factor clave para el desarrollo científico, tecnológico e innovación la promoción de competencias hacia la ciencia. Una de estas propuestas es el Programa Explora a través de su proyecto Tus Competencias en Ciencias (TCC, <http://www.tccexplora.cl>).

Como todas las formas culturales, la ciencia genera determinadas emociones, prácticas, reglas de razonamiento, actitudes, valores y un lenguaje específico, en el caso de TCC, el propósito es ofrecer un espacio para que los niños y niñas de un determinado nivel desarrollen habilidades científicas para explorar hechos y fenómenos; analizar problemas; observar; recoger y analizar información relevante; utilizar diferentes medios de análisis; evaluar los métodos y compartir los resultados, ello a través de un modelo formativo de traducción de competencias.

Enseñar ciencias, en Educación Parvularia, permitiría a las educadoras ayudar a niños y niñas a apropiarse de esta cultura, a saber utilizarla y a generar el deseo de hacerla evolucionar (Sanmartí, 2002). Por tanto, en el aprendizaje de la ciencia, se entrelazan muchos factores: los intereses, la observación y la experimentación, las estrategias de razonamiento, la manera de organizar las ideas, la forma de comunicarlas y los valores. Además, el conocimiento y las destrezas que se adquieren son útiles para “invitar” a niños y niñas en ciudadanos mejor formados, en un mundo que se hace cada vez más complejo y más interesante desde el punto de vista tecnológico.

Nadie pone hoy en duda la importancia de las ciencias en la formación para un trabajo que se hace cada vez más complejo e incorpora cada día más ciencia y tecnología. En la sociedad globalizada es una verdad compartida la necesidad de crear, investigar y adoptar tecnología, lo que supone, antes que todo, la apropiación del conocimiento científico necesario para realizar este propósito (Hernández, 2005). No obstante, ¿qué formación en ciencias contribuye mejor al desarrollo de capacidades que son deseables que reúnan los ciudadanos?, o bien, ¿qué aproximación a las ciencias nos forma mejor como ciudadanos?

Por otra parte, los estudios entorno a las dificultades de la comprensión conceptual en ciencias, apunta a su grado de abstracción (Taber, 2006). La abstracción tiene su base etimológica en el latín « abstractio », que significa aislamiento. Es una forma proyectar el conocimiento. Es la separación mental de varias propiedades de los objetos, es desmembrar una propiedad o relación determinada, e ir desde aspectos concretos a más abstractos, en

base a la verdad por lo cual todo el conocimiento humano se halla necesariamente unido a procesos de abstracción (Gómez, 2007).

Jacques Maritain, en su obra « los grados del saber », en sus explicaciones de la filosofía y las ciencias experimentales, sitúa “grados de abstracción”, para poder diferenciar las ciencias especulativas, y se busca el dominio que tienen las ciencias en su jerarquía y divisiones, que son diversas por los grados de inteligibilidad de los objetos del conocimiento y los jerarquiza en tres grados. Es necesario hacer esta aclaración pues en la presente investigación se hablara de niveles como propuesta metodológica (en otras áreas también nos encontramos con este concepto como objeto de estudio, como es el caso de la literatura, (Islas, 2005)). De lo anterior nacen nuestra preocupación entorno a la abstracción y poder identificar, caracterizar y evaluarla en Educadoras que han de desplegar en sus aulas talleres para la valoración de la ciencia, la tecnología e innovación como un factor impulsor de este proceso.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

A partir de lo anterior y, en consenso de lo que la abstracción en ciencias implica, nos interesa como equipo de investigación, construir y consolidar directrices o bases orientadoras que proporcionen ideas útiles teóricamente fundamentadas para proporcionar conocimiento en torno a las siguientes preguntas: *¿cómo identificar, caracterizar y evaluar el grado de abstracción, por parte de las educadoras del programa TCC, como un factor para la promoción y desarrollo de las competencias científicas? ¿Se interrelaciona entonces el grado de abstracción de la Educadora con el desarrollo y promoción de la competencia científica? ¿Se puede transitar y/o progresar de un grado o estadio a otro en el desarrollo de los talleres TCC, por parte de las Educadoras?*

Antecedentes de la investigación

El presente trabajo se sustenta en el marco del proyecto Fondecyt 11100402, el cual se fórmula como un proyecto de investigación-evaluación. Se pretende producir conocimiento acerca del pensamiento y desarrollo profesional de educadoras de párvulos mediante la ejecución de talleres científicos. Adicionalmente a lo anterior nos planteamos las siguientes preguntas: *1) Las visiones de ciencias de las educadoras ¿pueden ser un obstáculo para el desarrollo del proyecto TCC?; 2) ¿Qué rol cumple la abstracción en el desarrollo de una competencia científica?; 3) ¿Cómo podemos identificar esta capacidad en las educadoras de párvulo?; 4) El grado de apropiación, por parte de las Educadoras de la capacidad de abstracción ¿es un factor preponderante para desarrollar competencias en sus estudiantes?*

La abstracción y el desarrollo de competencias

Para nuestro grupo de trabajo, “competencia” no se refiere al término *competir*, sino que nos remite a alguien que es capaz de enfrentarse a una situación problema y resolverla a partir de los recursos que dispone. La noción de competencia, por la que apostamos, hace referencia a la capacidad consciente que tiene el ser humano, y de la cual hace uso racional,

para intervenir una realidad, exigiendo de él o ella creatividad, imaginación, compromiso, sentido crítico, responsabilidad y actitud. Por lo tanto, esta noción de competencia da énfasis no a la acción eficiente, independiente del conocimiento y del valor social (valor ciudadano), pues es en la interacción con el “otro” donde se justifica y se valida la misma acción (Adúriz-Bravo, 2006).

Explora y el Programa TCC

El proyecto “Tus Competencias en Ciencias”, es una iniciativa del Programa EXPLORA de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) del Gobierno de Chile. Se sustenta en un modelo de competencias que tiene por objetivo la valoración de la ciencia, tecnología e innovación por parte de niños y niñas. Sus principios formativos son: i) un modelo de competencias (conformado por 7 competencias técnicas: actuar con curiosidad, buscar oportunidades de indagación, descubrir alternativas de solución, diseñar proyectos de investigación, su ejecución, analizar resultados, comunicar el trabajo realizado; y 4 competencias transversales: ejercitar el juicio crítico, aprender con otros, aprender del proceso, aprender a innovar); ii) un sistema de evaluación y iii) un sistema de monitoreo. La propuesta busca la formación del docente en nuevas metodologías, para trabajar con niños y niñas, mediante un taller de formación inicial y un seguimiento continuo a través de red de formadores.

Para el logro de experiencias científicas pertinentes y adecuadas, para niños y niñas de 2 a 5 años, bajo el marco del proyecto para Educación Parvularia, se adaptó la propuesta inicial que abarca desde la promoción de competencias científicas, hasta el segundo ciclo de enseñanza media.

Una propuesta para caracterizar niveles de abstracción

En el presente trabajo deseamos presentar una propuesta teórica para identificar, caracterizar y evaluar inicialmente niveles de abstracción en las Educadoras. El punto de partida es identificar algunos eventos e instancias didácticas del desarrollo de los talleres TCC, para luego disponer de un instrumento para identificar, caracterizar y evaluar los niveles de abstracción inicial en nuestros docentes-estudio.

Los datos se generarán a partir de las videograbaciones de los talleres. Con la ayuda de software de análisis cualitativo (Atlas.ti) se buscarán en las unidades de análisis previstas, aquellos eventos que nos proporcionen ciclos de interacciones entre Educadora y niños, niños y Educadora. El nivel de profundidad de la explicación construida se categorizará de acuerdo a los discursos de Educadora. A partir de las explicaciones de la docente, esperamos contrastar con los niveles de abstracción teóricos propuestos especificados en la tabla 1.

Estos niveles teóricos emergen de la bibliografía revisada (Bunge, 1980; Isla, 2005; Gómez, 2007), fundamentados sobre la base de la estructura jerárquica de niveles de abstracción, que tienen todas las teorías científicas fácticas y en la lógica hipotético-deductiva para la construcción de explicaciones.

En la tabla 1 se exponen los niveles de abstracción. Estos niveles propuestos nos sirven para comenzar revisar que pasa al interior de cada actividad desplegada en el aula de parvularia donde se desarrolla al proyecto TCC, a modo de constatar la interrelación que nos hemos cuestionamos al principio de este documento.

Indicador	Descriptor
Nivel 0: No se observa trabajo de abstracción	La abstracción como una construcción de una porción de la realidad una opción para trabajar no se desprende una representación o un modelo simple.
Nivel 1: Abstracción mínima.	Patrón descriptivo basado en la generalización de la experiencia observacional .
Nivel 2: Abstracción media.	Patrón de secuencia deductiva basada en el efecto observacional de una causa observacional.
Nivel 3: Abstracción media alta.	Patrón de índice deductivo, se extrae del trabajo premisas generales no-observacionales para construir la explicación de lo observado.
Nivel 4: Abstracción superior.	Patrón de índice deductivo, capacidad de presentar una hipótesis general, es capaz de conjeturar mecanismos no observacionales, para explicar los fenómenos que se le presentan en las actividades.
Nivel 5: Abstracción superior mayor	Patrón de carácter deductivo, explicación y formulación de una hipótesis fundamentada y una predicción de un fenómeno no observacional y observacional simultáneamente, generando campo de conocimiento relativo a criterios de carácter general (universalidad de la hipótesis).

Tabla 1: Propuesta de niveles, aplicado al modelo general de pensamiento abstracto.

A MODO DE SÍNTESIS

Abordar el tema de ciencias, enseñanza de las ciencias y competencias en niveles iniciales plantea ciertos retos. Entre ellos; a) la formación de las educadoras para los niveles de 2 a 6 años, y b) la construcción de la teoría sobre el aprendizaje y la naturaleza de las ciencias. En nuestro caso, la formación inicial de las educadoras no contempló especialmente formación científica, lo que implica que, para la implementación de las actividades a realizar con los niños y niñas, se han de efectuar procesos formativos individualizados, los que a su vez involucra aspectos didácticos y disciplinares. No obstante, continuamos trabajando en la reconstrucción y retroalimentando las bases teóricas del conocimiento didáctico que nos ayuden a dar más luz sobre aquello que pasa en un aula de infantes, que tiene una cultura, unas voces, unos agentes y una manera de mirar e intervenir en el mundo que les son propias.

Agradecimientos

- Programa EXPLORA-CONICYT <http://www.tccexplora.cl/>
- Este trabajo, se hace parte del proyecto FONDECYT11100402 que cuenta con el patrocinio y financiamiento de la Comisión de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) del Gobierno de Chile.

BIBLIOGRAFIA

- Adúriz-Bravo, A. (2006). Usar epítomes para promover competencias metacientíficas en las clases de ciencias naturales. *VII Seminario Internacional de Didáctica de las Ciencias Naturales "Competencias Científicas, Formación Docente y Aprendizaje para una Cultura Ciudadana"*. Santiago, Chile.
- Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Editorial Ariel: Barcelona.
- Gómez, J. (2007). *Arte, filosofía y política*. Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde <http://www.acmoti.com/Cap.%20III.%20Los%20Grados%20de%20Abstraccion.htm>.
- Hernández, C. (2005). *¿Qué son las competencias científicas?* Último acceso el 3 de marzo de 2012, desde http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/medio_superior/qr_fisica/03_mat/mod01/archivos/competencias-cientificas-sesion4.pdf
- Islas, R. (2005) Tres niveles de abstracción dentro del pensamiento Chomskiano del lenguaje. *Red de revistas científicas de America Latina y el Caribe, España y Portugal*, 8, 37-58.
- Perrenoud, P. (2005). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Ed. Graó: Barcelona.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la ESO*. Editorial Síntesis: Madrid.
- Taber, K. (2006). Beyond constructivism: the progressive research programme into learning science. *Studies in Science Education*, 42(1) 125-184.

Desarrollo de competencias científicas durante la implementación de una propuesta didáctica sobre Termoquímica en Bachillerato

Pereira García, I.; Domínguez Castiñeiras, J. M.

Dpto. Didáctica de las CCs Experimentales. USC. Avda. Xoán XXIII s/n, Santiago de Compostela, C.P. 15782. E-mail: iria.pereiral@rai.usc.es

RESUMEN

El presente trabajo se encuadra en una investigación más amplia relacionada con el diseño, la planificación y la evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termoquímica en 2º de Bachillerato. En este trabajo se presentan los métodos e instrumentos de análisis que se utilizaron para indagar en el desarrollo de las competencias científicas, y se detallan las competencias que desarrollaron los alumnos de un grupo de 2º de Bachillerato a medida que realizaban las actividades de la propuesta didáctica *Termoquímica*, diseñada con el propósito de favorecer un aprendizaje significativo que ponga de manifiesto el carácter funcional del conocimiento científico.

Palabras clave

Competencia científica, propuesta didáctica, Termoquímica, Bachillerato

INTRODUCCIÓN: PLANTEAMIENTO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes, marco teórico y objetivo de la investigación

En Didáctica de las Ciencias se acepta que, para generar un aprendizaje significativo, los alumnos deben hacer funcionales los conceptos y procedimientos científicos, y desarrollar actitudes adecuadas hacia la Ciencia y su aprendizaje. En este sentido, es destacable la creciente importancia que la investigación otorga al razonamiento y la argumentación como destrezas cognitivas en la generación de aprendizaje significativo (Driver, Newton & Osborne, 2000; Jiménez & Erduran, 2008).

En los últimos años se está formulando un gran marco teórico sobre las competencias en el aprendizaje (*i.e.*: Cañas, Martín & Nieda, 2007). La incorporación de las competencias a la enseñanza pretende reforzar la integración de saberes conceptuales, destrezas y actitudes, y subraya la necesidad de que los estudiantes desarrollen autonomía para autorregular sus dificultades en interacción con los demás (Sanmartí, 2007).

El objetivo de este trabajo es evaluar el aprendizaje que realizaron los alumnos de un grupo de 2º de Bachillerato durante la implementación de la propuesta de enseñanza *Termoquímica* (Pereira García & Domínguez Castiñeiras, 2009). Esta propuesta está fundamentada en un enfoque constructivista social, que considera el aprendizaje de las Ciencias como un proceso de construcción de conocimientos cuyo protagonista es el alumno inmerso en un escenario de aprendizaje. Para evaluar el aprendizaje, se estudió la evolución de las formas de pensar y de hacer de los alumnos, utilizando como

instrumentos de análisis los esquemas de razonamiento y acción (Domínguez *et al.*, 2003) y las competencias científicas definidas por PISA 2006 (OCDE, 2006).

Para hacer explícitos los conocimientos previos del alumnado y fomentar la construcción de los nuevos, las actividades de *Termoquímica* parten de situaciones problemáticas cercanas a la realidad cotidiana, que proporcionan la base para plantear un problema concreto que, a su vez, ponga de manifiesto la necesidad de formular y contrastar hipótesis (Díaz & Jiménez, 1999; García de Cajén, 2007). Las actividades de *Termoquímica* se describen en Pereira García & Domínguez Castiñeiras (2009).

Diseño experimental de la investigación

En la investigación en la que se encuadra este trabajo, la propuesta *Termoquímica* constituye la *fase previa* o de *acomodación* a la nueva metodología que se implementó en el aula. El objetivo de la *fase previa* era minimizar las influencias del cambio metodológico sobre el posterior desarrollo de la propuesta *Termodinámica Química* (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2008[a]), objeto central de la investigación.

El diseño experimental de la investigación es de tipo *pretest-posttest-posttest* sin grupo de control, e incluye tres caracterizaciones de la muestra, para evaluar los conocimientos del alumnado antes de la intervención (*pre-test*), inmediatamente después de la intervención (*post-test*), y cierto tiempo después (*test de retención*). La diferencia entre los resultados del *test de retención* y del *post-test* indica la estabilidad del aprendizaje en el tiempo (estimador de su significatividad).

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA TERMOQUÍMICA

Diseño, planificación e implementación de la propuesta *Termoquímica*

La secuencia de actividades *Termoquímica* se ha elaborado según un modelo de diseño, planificación y desarrollo de propuestas didácticas (Sánchez & Valcárcel, 1993; Domínguez, 2007) que consta de las cinco tareas que se resumen a continuación:

En la primera tarea, se determinó el contenido académico a partir de un análisis de la epistemología de la Ciencia y del currículo oficial de 2º de Bachillerato en Galicia (XUGA, 2008). El conocimiento deseable se dimensionó en esquemas de razonamiento y acción referenciales de la ciencia escolar (Rumelhart & Ortony, 1982; Domínguez *et al.*, 2003), que sirvieron de base tanto para diseñar las actividades como para evaluar el aprendizaje promovido. En una segunda tarea, se revisó la literatura científica sobre los problemas de aprendizaje y las ideas alternativas del alumnado en *Termoquímica* y *Termodinámica Química* (Pereira García & Domínguez Castiñeiras, 2008[b]). Con las conclusiones obtenidas y el análisis de las exigencias cognitivas que demandan los contenidos (Shayer & Adey, 1986), se adaptaron los mismos a las características psicoevolutivas de los alumnos. Integrando estos análisis y atendiendo al desarrollo de las capacidades, destrezas, estrategias y actitudes que se espera desarrollar, en la tercera tarea del diseño se seleccionaron, formularon y secuenciaron los objetivos de aprendizaje.

La cuarta tarea consistió en la selección de las estrategias de instrucción. La metodología de trabajo que proponemos se basa en las fases de exploración, indagación y aplicación de Ollerenshaw & Ritchie (1997), sobre actividades que presentan situaciones problemáticas lo más abiertas y significativas posible (Díaz y Jiménez, 1999). En la quinta tarea se seleccionaron las estrategias de evaluación del aprendizaje. Para ello se utilizaron los guiones de trabajo de las actividades, que permiten registrar

sistemáticamente las manifestaciones escritas del alumnado. Las manifestaciones orales se recogieron mediante registro videográfico de las sesiones de aula.

La propuesta *Termoquímica* se llevó al aula en febrero del curso 2008-2009 en el I.E.S. *Fernando Esquío* de Neda (A Coruña). La intervención corrió a cargo de R. Montes Rodríguez, profesor que impartía *Química* en 2º de Bachillerato. La muestra estuvo constituida por el único grupo de 2º Bachillerato que cursaba la asignatura en el Centro: se trata de once alumnos (5 alumnos y 6 alumnas) de entre 17 y 18 años de edad. Nuestro objetivo era implementar la propuesta en un contexto natural de enseñanza; de ahí que la muestra fuera de tipo incidental, no representativa, y estuviera constituida por los estudiantes matriculados en *Química*, a los que no se aplicó ningún tipo de técnica de muestreo. Ninguno de los once alumnos de la muestra había trabajado previamente en un entorno de aprendizaje similar, ni había participado previamente en investigaciones didácticas.

Desde la perspectiva metodológica en la que trabajamos, el docente desempeña una labor mediadora en el proceso de construcción del conocimiento, al guiar a los estudiantes desde una evolución paulatina de sus concepciones iniciales hacia las de la ciencia escolar, en las que se pretende que reconozcan un mayor poder explicativo (Pozo & Gómez Crespo, 1998). Es conveniente, en este sentido, fomentar un clima de debate en el aula mediante el trabajo en pequeños grupos, de manera que la argumentación cobre un papel protagonista en las diferentes situaciones de aprendizaje.

Durante el desarrollo de *Termoquímica* se alternaron dos niveles de debate: uno en pequeño grupo, que se desarrollaba en primer lugar, y otro en gran grupo o grupo clase, que se realizaba posteriormente y a modo de puesta en común. Con el trabajo en pequeño grupo se constituye un primer nivel de debate en el que los alumnos participan con mayor tranquilidad y confianza; en el segundo nivel de debate las opiniones de los distintos grupos se pueden aprovechar para propiciar nuevas situaciones de aprendizaje. Durante los debates en pequeño grupo, el docente supervisaba el trabajo de los alumnos, ayudándolos a explicitar hipótesis y conclusiones, y a elaborar argumentos para justificarlas. En las puestas en común, el profesor ejercía de moderador en el debate.

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE ALCANZADO POR LOS ALUMNOS EN TÉRMINOS DE DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS

Antecedentes del análisis de competencias científicas

Aunque el diseño de la investigación programa tres caracterizaciones de la muestra, consideramos que no debemos limitarnos a analizar únicamente las condiciones iniciales y finales del conocimiento; en consecuencia, se realizó un seguimiento de la intervención en el aula para explorar la evolución del conocimiento a la luz de las respuestas que elaboraron los estudiantes en las diferentes situaciones de aprendizaje.

Este seguimiento de la intervención permitió evaluar el aprendizaje que alcanzaron los estudiantes a medida que desarrollaban las actividades; también permitió evaluar la propuesta *Termoquímica*, atendiendo al aprendizaje promovido. Con el vaciado de las manifestaciones orales y escritas de los estudiantes se obtuvieron una serie de datos que, en un principio, se sometieron a tres análisis cualitativos (Pereira García & Domínguez Castiñeiras, 2010) entre los que no se encontraba el análisis de competencias científicas:

En primer lugar, se realizó un análisis *item a item* sobre los razonamientos y estrategias de acción que utilizaron los alumnos en las actividades. Con ello se establecieron las unidades de análisis sobre las que se realizarían los dos análisis siguientes.

En segundo lugar, se determinaron los esquemas de pensamiento que activaron los estudiantes a medida que desarrollaron las actividades. Considerando que la estructura cognitiva se organiza en un conjunto de esquemas de pensamiento (razonamiento y acción), que constituyen redes de relaciones conceptuales referentes a un ámbito concreto, se pueden caracterizar las estructuras del discurso de los alumnos utilizando esquemas de razonamiento y acción (Domínguez *et al.*, 2003). Sobre la base de los esquemas referenciales elaborados en la planificación de *Termodinámica*, y partiendo de los razonamientos argumentativos y las acciones que los estudiantes demostraron en sus respuestas, se establecieron sus esquemas idiosincrásicos de razonamiento y de acción. El aprendizaje se evalúa analizando la evolución de los esquemas idiosincrásicos desde antes hasta después de la instrucción (del *pre-test* al *post-test* y al *test de retención*).

En tercer lugar, se elaboró un análisis conceptual/procedimental del conocimiento, para explorar qué utilidad concedieron los alumnos a los principales constructos termodinámicos para resolver las situaciones problemáticas planteadas, con qué coherencia utilizaron los estudiantes sus nuevos conocimientos y qué valor y alcance descriptivo e interpretativo otorgaron a los principales conceptos y procedimientos. Cruzando los datos del análisis *item a item* y con los de los esquemas de razonamiento y acción, se dispuso de información contextualizada sobre la utilización de las principales relaciones conceptuales y procedimentales que utilizaron los alumnos en sus respuestas.

Al contextualizar el conocimiento utilizado, estimar su evolución y valorar la capacidad que demuestran los alumnos para utilizar sus conocimientos, la idea que subyace al análisis conceptual/procedimental es el de competencia científica (Pereira García & Domínguez Castiñeiras, 2010). Esta competencia se articuló en las *competencias concretas* que establece el marco teórico PISA 2006 (OCDE, 2006); éstas a su vez se desarticulaban en otras más simples. Sin embargo, el análisis conceptual/procedimental no culminó en un análisis del aprendizaje por competencias, porque se centró en investigar hasta qué punto los alumnos hicieron útiles los conceptos y enunciados científicos básicos de la Termodinámica.

Métodos e instrumentos del análisis de competencias científicas

Debe tenerse en cuenta que la noción de competencia es multifuncional y multidimensional por naturaleza, traspasa dominios y ámbitos de conocimiento y se demuestra mediante la utilización de órdenes superiores de complejidad mental, involucrando la articulación de una serie de capacidades que se adquieren al dominar muy variados conocimientos, adquirir y consolidar una serie de destrezas, y adoptar ciertas actitudes (Rychen y Salganik, 2000). Su complejidad intrínseca hace extremadamente difícil delimitar una serie de componentes que la articulen.

Para evaluar las competencias científicas alcanzadas por los alumnos, se ha elaborado un modelo de evaluación que reconoce dos indicadores de la competencia científica: la *potencialidad interpretativa*, relacionada con el nivel de profundidad en que se desarrolla el conocimiento científico, y la *potencialidad de activación*, que hace referencia a la facultad de una tarea dada para promover la utilización de conocimiento. Cada uno de estos indicadores está configurado por cuatro factores que lo definen:

Factores de análisis que definen la potencialidad interpretativa:

1.- *Dominio de representación del conocimiento*: con este factor se analiza la utilización de las representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas, de acuerdo con los dominios de representación del conocimiento descritos por Johnstone (1982). La

potencialidad interpretativa de los razonamientos argumentativos es mayor cuanto mayor es la integración entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico.

2.- *Modelo microscópico*: este factor se aplica a aquellas unidades de análisis que se adscriben a los modelos de partículas, enlace químico y reacción química. Cuanto más completos sean los modelos químicos construidos para elaborar un razonamiento argumentativo, más potencialidad interpretativa se alcanza.

3.- *Categoría ontológica*: de acuerdo con Chi (1994), las entidades del mundo se pueden clasificar en distintas categorías ontológicas (objetos, eventos y estados mentales) que definen sus características conceptuales básicas. Una categorización ontológica adecuada es un buen indicador de la potencialidad interpretativa del conocimiento, y permite analizar los perfiles descriptivos y explicativos de los alumnos atendiendo a las entidades (objetos, eventos...) a los que otorgan mayor relevancia.

4.- *Operación epistémica*: sobre la base de las operaciones epistémicas utilizadas por Díaz y Jiménez (1999), se estableció una categorización en definiciones, caracterizaciones (descripciones y clasificaciones) e interpretaciones (explicaciones, justificaciones y predicciones); se adjudica mayor potencialidad interpretativa a los constructos utilizados para realizar predicciones, justificaciones y explicaciones.

Factores de análisis que definen la potencialidad de activación:

5.- *Importancia en la resolución de la cuestión planteada*: analiza la importancia que tienen los constructos científicos en la resolución de la tarea. Si los alumnos discriminan la importancia de una serie de constructos y los utilizan coherente y consecuentemente, podemos asociar a la tarea una buena potencialidad de activación de dichos constructos.

6.- *Novedad*: permite categorizar los constructos atendiendo a su significatividad para el alumnado. Con ello se puede analizar cuánto tiempo tardan los alumnos en incorporar nuevos conocimientos a los ya conocidos. Una tarea tiene mayor potencialidad de activación de conocimiento cuanto más facilita la movilización de conocimiento nuevo.

7.- *Explicitación en el planteamiento de la tarea*: con este factor dicotómico se indica si la unidad de análisis se ofrece o no a los alumnos en el planteamiento de la tarea; con ello se pretende analizar hasta qué punto los alumnos elaboran razonamientos argumentativos que no se les aportan en los enunciados de las actividades. Se atribuirá mayor potencialidad de activación a las tareas con las que los alumnos utilicen más conocimientos sobre los que tengan que elaborar afirmaciones que no se les faciliten.

8.- *Fuente de información o desarrollo*: hace referencia a la calidad y variedad de las fuentes de las que los alumnos extraen información en la que basar sus razonamientos. Una tarea tendrá mayor potencialidad de activación cuando requiera que los estudiantes busquen información científica en fuentes fiables y la utilicen en sus respuestas.

Además, se diseñó un noveno factor de la competencia científica que no se encuadra en ninguno de los dos indicadores de la competencia. Este factor hace referencia a las distintas etapas básicas de las investigaciones científicas, desde la formulación de hipótesis al contraste de las mismas, pasando por la transformación de datos, la obtención de resultados y la obtención de conclusiones que lleven al contraste de hipótesis. Con este factor se pretende estudiar hasta qué punto los alumnos son capaces de dar respuesta a una cuestión científica utilizando sus conocimientos sobre la base de una estrategia de resolución, y en qué grado presentan mayores dificultades de comprensión, menores destrezas o menor desarrollo de habilidades.

Se han establecido dos niveles de competencia científica, en lugar de los seis de PISA 2006. El nivel de competencia de un alumno se establece sobre la base del nivel que desarrolla en las tres competencias concretas (CC) que se recogen en la *Tabla 1*. A su vez, el nivel alcanzado en las competencias concretas se define tomando como referencia la mínima potencialidad interpretativa (factores de análisis 1 – 4) y potencialidad de activación (factores 5 – 8) que se requiere para responder a la cuestión planteada; bajo este punto se sitúa el nivel 1 de competencia, y sobre él, el nivel 2. Además de detallar los niveles de CCs, en la *Tabla 1* se aplica la puntuación por niveles que hemos diseñado a algunos aspectos que PISA 2006 define como claves en el desarrollo de una buena competencia científica: transferir el conocimiento a situaciones y contextos variados (lo cual requiere una buena puntuación en los cuatro factores de análisis de potencialidad de activación), razonar en profundidad sobre los problemas planteados (buena puntuación en los cuatro factores de potencialidad interpretativa), utilizar los modelos de la Ciencia para justificar las respuestas elaboradas (buena puntuación en los dos primeros factores de la potencialidad interpretativa) y expresar y comunicar los resultados y conclusiones obtenidos (buena puntuación en los dos últimos factores de potencialidad interpretativa y en los últimos de potencialidad de activación), además de mantener actitudes positivas hacia las Ciencias y su aprendizaje (mantener niveles estables en todos los factores a lo largo de todas las actividades realizadas).

Los dos niveles de competencia establecidos revelan, además del mayor o menor grado de competencia científica adquirido por cada alumno, el nivel de desarrollo de las distintas competencias científicas que articulan la competencia científica, lo cual permite al investigador profundizar en las ventajas y carencias que tienen los alumnos para utilizar sus conocimientos científicos en su vida personal y social.

Resultados del análisis de competencias científicas

Los resultados del análisis del aprendizaje por competencias científicas se resumen en la *Tabla 1*, donde se recogen los niveles de competencia alcanzados por los alumnos como resultado de la realización de las 15 actividades de la secuencia *Termoquímica*:

ALUMNO	Alumna 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5	Alumna 6	Alumna 7	Alumna 8	Alumna 9	Alumno 10	Alumna 11
NIVEL DE COMPETENCIA	N. 2	N. 2	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1	N. 2	N. 2	N. 1
<i>CC1. Identificar cuestiones científicas</i>	N. 2	N. 2	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 1	N. 1	N. 2	N. 2	N. 1
<i>CC2. Resolver cuestiones científicamente</i>	N. 2	N. 2	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 1	N. 1	N. 2	N. 2	N. 1
<i>CC3. Utilizar información científica (datos y pruebas)</i>	N. 2	N. 2	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1
<i>Situaciones y contextos que dominan</i>	N. 2	N. 2	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1	N. 2	N. 2	N. 1
<i>Nivel de razonamiento</i>	N. 2	N. 2	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1	N. 2	N. 2	N. 1
<i>Uso de modelos científicos</i>	N. 2	N. 2	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1	N. 2	N. 2	N. 1
<i>Nivel de expresión</i>	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1
<i>Actitudes</i>	N. 2	N. 2	N. 1	N. 2	N. 1	N. 1	N. 2	N. 1	N. 2	N. 2	N. 1

Tabla 1. Niveles de competencias alcanzados en las actividades de Termoquímica

Los resultados de la *Tabla 1* muestran que cuatro de los once alumnos del grupo (Alumnos 1, 2, 4 y 10) han alcanzado un buen nivel de competencia científica y han desarrollado adecuadamente todas las competencias concretas identificadas, salvo en el caso del Alumno 2, que presenta ciertas deficiencias en su expresión terminológica y gráfica (no así en la expresión matemática de las variables termodinámicas).

Hay dos alumnas (7 y 9) que desarrollan un nivel aceptable de competencia científica, pero muestran dificultades con algunas de las competencias concretas: para la Alumna 9, los principales problemas se materializan en expresar sus ideas y describir sistemática y adecuadamente la información que utiliza. El caso de la Alumna 7 resulta más llamativo: se trata de una estudiante que demuestra utilizar bastantes conocimientos y de manera consistente, integrando bien los dominios macroscópico y microscópico; pero le cuesta comprender y asimilar los nuevos enunciados y nuevas afirmaciones sobre el conocimiento, y depende bastante de la ayuda de sus compañeros y el profesor para identificar las cuestiones objeto de estudio. Esta baja autorregulación y la dependencia que ello le genera con respecto a las personas de su entorno, parece deberse a que la alumna sufre una enfermedad metabólica que le dificulta la comprensión de nueva información y la integración de ésta en sus conocimientos.

Los alumnos 3, 5, 6, 8 y 11 demuestran un nivel muy bajo de competencia científica, más conforme con sus poco adecuadas actitudes que con dificultades relacionadas con lo conceptual o procedimental. Las alumnas 6, 8 y 11 abandonaron las sesiones de clase mediada la secuencia *Termoquímica* porque consideraban que, dadas las malas calificaciones que habían obtenido en el segundo trimestre de evaluación, no merecía la pena invertir sus esfuerzos en una asignatura que daban por suspensa hasta septiembre. El alumno 3 desarrolló una actitud “saboteadora”, utilizando como coartada una enfermedad que se agrava con situaciones de estrés. El alumno 5, por su parte, demostró durante toda la intervención una actitud indolente incluso en sus horas de llegada a las sesiones de clase. Todos estos alumnos que desarrollaron un bajo nivel de competencias llegaron al aula con pocos conocimientos y poco estructurados, y mejoraron relativamente poco sus niveles de razonamiento y de utilización de modelos microscópicos con respecto a sus niveles iniciales.

CONCLUSIONES

En cuanto al aprendizaje generado, del análisis por esquemas de pensamiento como el análisis por competencias se obtienen resultados equivalentes: seis de los once alumnos desarrollan un aprendizaje efectivo a corto plazo durante la implementación de la propuesta didáctica *Termoquímica*; aunque no es objetivo de este trabajo, indicaremos que este aprendizaje se demostró significativo tres meses después de la intervención.

El análisis del aprendizaje por competencias ha permitido evaluar las actividades de *Termoquímica* en términos de las competencias científicas desarrolladas. Se observa que las actividades de mayor potencial de activación son las que introducen más ideas relacionadas con el dominio microscópico. Los alumnos tuvieron bastantes dificultades a la hora de enfrentarse a las primeras actividades “microscópicas”, y demostraron un buen nivel de competencias en la resolución de las últimas actividades que tratan estos aspectos. Hemos de subrayar que el conocimiento inicial de los alumnos sobre los modelos de enlace y reacción química era muy pobre como para desarrollar las primeras actividades con la dinámica de trabajo prevista, y el docente hubo de alternar muy cuidadosamente los debates en pequeño grupo y en gran grupo para ayudar al alumnado a construir modelos que explicaran satisfactoriamente los procesos propuestos.

A lo largo de la implementación de la propuesta, los alumnos avanzaron significativamente en la utilización de conocimiento científico para la descripción e interpretación de situaciones problemáticas. Esto nos permite cuantificar la capacidad de la propuesta didáctica para promover cambios significativos en el conocimiento de los alumnos hacia ideas más acordes con la ciencia escolar.

AGRADECIMIENTOS

Al MICINN, proyecto *Promover el desarrollo de las competencias científicas en secundaria: componentes de la práctica y metaconocimiento*, EDU2009-13890-C02-01.

Al profesor Rodrigo Montes Rodríguez y a sus alumnos, por su colaboración desinteresada en el desarrollo de la investigación de la cual forma parte este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Cañas, A.; Martín-Díaz, M. y Nieda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.

Chi, M. T. H., Slotta, J. D., & Deleew, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.

Díaz, J., & Jiménez, M. (1999). Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. *Alambique*, 20, 9-16.

Domínguez, J.M., Pro, A., & García-Rodeja, E. (2003). Esquemas de razonamiento y de acción de estudiantes de ESO en la interpretación de los cambios producidos en un sistema material. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 199-214.

Domínguez, J.M. (ed.). (2007). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias. Fundamentos y planificación*. Sta. Fe (Argentina): Ed. UNL, Secretaría de ext., UNL.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.

García de Cajén, S. (2007). Perfiles argumentativos sobre la transformación de la energía eléctrica en una resistencia óhmica. *Currículo, libros de texto y profesorado*. Tesis de Doctorado. Santiago de Compostela: Servicio de Public. de la Universidad.

Jiménez, M. P. y Reigosa, C. (2006). Contextualizing practices across epistemic levels in the Chemistry laboratory. *Science Education*, 90(4), pp. 707-733.

Jiménez-Aleixandre, M. P. & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: an overview. En: Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (Eds.), *Argumentation in Sci. Ed.: perspectives from classroom-based research*, (pp. 3-27). Dordrecht: Springer.

Johnstone, A.H. (1982). Macro and microchemistry. *School Sci. Review*, 64, 377-379.

OCDE (2006): *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Santillana Educación S.L. para la edición española.

Ollerenshaw, C. H. & Ritchie, R. (1997). *Primary Science. Making it work*. London: David Fulton Publishers.

Pereira García, I., & Domínguez Castiñeiras, J. M. (2008 [a]). Protocolo para investigar a implementación dunha secuencia de ensinanza na aula: Temodinámica Química. *Libro-Guía del XXI Congreso de ENCIGA* (59-61). Edita: ENCIGA.

- Pereira García, I., & Domínguez Castiñeiras, J. M. (2008[b]) Problemática de aprendizaje de la Termodinámica Química. *Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (732-751). Editorial: Editorial Universidad de Almería.
- Pereira García, I., & Domínguez Castiñeiras, J. M. (2009). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termoquímica en 2º de Bach. *Ens. CCs, N° extra 2009* (2597-2604).
- Pereira García, I. & Domínguez Castiñeiras, J. M. (2010). Evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la termoquímica en Bachillerato. *Colección de Actas del XXIII Encuentros de DD. CCCs Expt.* (pp. 442-459). Ed.: Abril, A. M.; Quesada, A.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Desde el conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Sánchez, G.. & Valcárcel, M.V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.
- Sanmartí, N. (2007). *10 Ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.
- Rumelhart, D.E., & Ortony, A. (1982). La representación del conocimiento en la memoria. *Infancia y Aprendizaje*, 19-20, 115-118.
- Rychen y Salganik. (2000). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. Archidona (Málaga): Aljibe.
- Shayer, M., & Adey, P. (1986). *La Ciencia de Enseñar Ciencias*. Madrid: Narcea.
- XUGA. Decreto 126/2008, del 19 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo del Bachillerato de la CC.AA. Galicia. *D.O.G.*, 120, 12.183, 23-VI-2008.

Competencias en Salud. Estudio preliminar en el ámbito relacionado con el Medio Ambiente en la Educación Obligatoria

Pérez de Eulate, L.*, Gavidia, V.**, Llorente, E.*** & Díez, J. R.*

**Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.
Universidad del País Vasco. lourdes.perezdeeeulate@ehu.es*

***Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.
Universidad de Valencia.*

****Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal.
Universidad del País Vasco.*

RESUMEN

Esta comunicación, que forma parte de una investigación sobre competencias en Salud, tiene como objetivo obtener un primer listado de problemas prioritarios de Salud en el ámbito del Medio Ambiente e identificar las competencias que tienen que adquirir los ciudadanos en la Educación Obligatoria. La metodología empleada se basa en un estudio Delphi preliminar de ámbito estatal que recoge el consenso entre expertos. Los resultados del estudio han permitido acordar las competencias básicas en el ámbito referido, obteniéndose un alto consenso en los tres niveles propuestos, así como en casi todos los problemas relacionados. El método usado nos servirá para identificar competencias y como proceso piloto de métodos de consulta para otros ámbitos y estadios posteriores de la investigación.

Palabras clave

educación para la salud, competencias, medio ambiente

INTRODUCCIÓN

El Tratado de Bolonia y la construcción del Espacio Europeo de Educación hacen que nuestra mirada educadora cambie de sentido, y en lugar de centrarse en los contenidos de las materias a impartir, se centre en las competencias a adquirir por el alumnado.

Pero los ciudadanos, en su paso por la Enseñanza Obligatoria ¿desarrollan las competencias en Salud necesarias para funcionar en una sociedad en continuo cambio, para controlar los factores que determinan la salud, individual y colectiva, para intervenir en su entorno próximo a fin de hacerlo más humano y amable; en definitiva, para añadir vida a los años y años a la vida? Tenemos la impresión de que, por una parte, estas competencias en Salud a adquirir por el alumnado en su paso obligatorio por la escuela están por definir (Gavidia, 2007 y 2009); y, por otra, los nuevos planes de estudio aprobados (LOE, 2006), no potencian un desarrollo de las competencias necesarias en Salud.

Nuestro proyecto de investigación (*Competencias a adquirir por los jóvenes y el profesorado en educación para la salud durante la escolarización obligatoria,*

subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (EDU2010-20838)) pretende ayudar a resolver estas cuestiones, elaborando unos instrumentos de análisis que permitan evaluar los currículos escolares de Educación Primaria y de Secundaria Obligatoria, y presentar informes a las administraciones educativas para mejorar sus propuestas formativas.

De esta forma, nos planteamos una investigación cuyo objetivo principal es la determinación de los problemas de Salud y de las competencias en Salud que debe poseer el alumnado al terminar su etapa de enseñanza obligatoria.

En esta comunicación presentamos los primeros resultados relacionados con Salud y Medio Ambiente y, por tanto, nuestro objetivo es el siguiente: obtener un primer listado de problemas prioritarios de salud en el ámbito del Medio Ambiente y las competencias que debe poseer el alumnado al cursar su enseñanza obligatoria para abordarlos, así como la concreción de los conocimientos, habilidades y actitudes que sirva de referencia para los estudios y análisis posteriores del currículum.

MÉTODOS

Con el fin de establecer cuáles son las competencias en Salud más relevantes en la educación obligatoria para hacer frente a los problemas relacionados con el Medio Ambiente, se ha planteado un método de trabajo que consta de diferentes fases: revisión bibliográfica; consenso interno sobre problemáticas de Salud y Medio Ambiente y, por último, un estudio Delphi preliminar realizado con expertos externos al proyecto.

Fase 1. Revisión bibliográfica

Revisión bibliográfica tanto de los problemas ambientales y de las percepciones hacia el Medio Ambiente (Maneja, 2010) de los escolares como de las propuestas en Educación y Promoción para la Salud dirigidas al medio escolar.

Se han revisado las siguientes fuentes bibliográficas:

1. Estudios internacionales y nacionales como la *Encuesta Europea de Salud en España* (2009); la *Encuesta Nacional de Salud 2006* (MSC 2006); el *Informe Técnico sobre Problemas de Salud y Sociales de la Infancia en España* (Díaz et al., 2004), *Los Problemas de Salud Infantil en los países desarrollados* (Álvarez et al., 2008) y *el estado de la Promoción y Educación para la Salud en diversas Comunidades Autónomas* (Salvador et al., 2008).
2. Programas de varias Comunidades Autónomas:
 - Orientaciones y Programas. Educación para la Salud en la Escuela, de la Generalitat de Cataluña, que posteriormente fue tomado por el Gobierno Vasco como un modelo de enseñanza-aprendizaje de la Educación para la Salud en la Escuela (Generalitat de Cataluña y Gobierno Vasco, 1988). Plan de Salud de la Generalitat de Cataluña para el año 2010.
 - Programa Experimental de Educación para la Salud del Gobierno de Aragón. Como resultado de estos años de experiencias en diversos proyectos se editó el trabajo "*Educación para la Salud: propuestas para su integración en la Escuela*" (Diputación de Aragón, 1991) y en la actualidad el programa de Educación para la Salud en los centros escolares se ha consolidado y desde febrero de 2010 se ha puesto en marcha la Red Aragonesa de Escuelas Promotoras de Salud.
 - Plan de Educación para la Salud en la Escuela Región de Murcia (2005-2010).

3. Publicaciones de expertos, tales como Bueno et al. (1995); Hernán et al., (2001); Álvarez & Colomer (2001); Talavera & Gavidia (2007); Davó (2009).

Fase 2. Consenso interno: confección de cuadro de problemáticas del medio ambiente y competencias en Salud del alumnado

A partir de la bibliografía existente, se obtuvo y se consensó entre los miembros del Grupo COMSAL¹, un cuadro de los problemas relacionados con el Salud y Medio Ambiente y las competencias que debe poseer el alumnado para poder desarrollar una vida saludable, especificando los conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas con los problemas concretados.

La estrategia de validación y fiabilidad del cuadro fue la siguiente:

1. Dos Investigadores de dos universidades diferentes pertenecientes al grupo COMSAL elaboraron separadamente un primer borrador completo del cuadro.
2. Se consensó la primera versión del mismo.
3. Ésta fue revisada por un quinto investigador del equipo, que también hizo sus aportaciones, para obtener una segunda versión.
4. A continuación, en una reunión presencial los miembros del grupo hicieron un análisis preliminar interjueces del cuadro que permitió pulirlo y obtener una tercera versión.

Fase 3. Consulta con personas expertas externas del listado de problemáticas del medio ambiente y competencias del alumnado mediante estudio Delphi.

A partir del cuadro citado se elaboró un cuestionario para la recogida sistemática de datos sobre las competencias en medio ambiente, que permitiera comparar la información remitida por las personas expertas externas del estudio Delphi definitivo. En este cuestionario se muestra el cuadro de competencias y contenidos en el ámbito del medio ambiente para que sean valorados, del 1 al 5, según el grado de importancia que concedan a cada uno, y expongan sus observaciones. Como medida de consenso se ha utilizado el instrumento estadístico de la media, considerándose que una media $> 3,50$ supone consenso (Dempsey et al., 2011).

Por último este cuestionario se envió a 45 personas expertas en Medio Ambiente ajenas al grupo COMSAL pertenecientes a 7 Comunidades Autónomas. Para la elaboración de esta comunicación hemos tenido en cuenta las nueve respuestas recibidas hasta el momento sobre el ámbito de Salud y Medio Ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grupo COMSAL

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados obtenidos. En la Tabla 2, se decidió relacionar la Salud con algunas cuestiones ambientales, ya que éste es el enfoque actual, tal y como se plasma en las concepciones ecológicas y sociológicas de la Salud. Así, ante problemas ambientales con incidencia directa en la Salud (contaminación del agua y del aire, hábitos de consumo, catástrofes) se han establecido los conocimientos a adquirir, los procedimientos a utilizar y las actitudes a desarrollar.

Tabla 1. *Competencia. Ámbito relacionado con el Medio Ambiente.***COMPETENCIA “CONOCER, VALORAR Y CONTRIBUIR A LA CREACIÓN DE UN MEDIO AMBIENTE SALUDABLE”**

Saber: Las características de un ambiente sano y de un ambiente insalubre.

Saber hacer: Evitar ambientes insalubres, cuidar el Medio Ambiente y contribuir a su mejora.

Saber ser: Compromiso con la creación de un Medio Ambiente sano. Solidaridad con quienes compartimos la Tierra y con quienes la heredarán.

Tabla 2. Resultados sobre el enunciado de los *Problemas relacionados con el Medio Ambiente.*

Situación problemática inicial	Sugerencias	Situación problemática final
<i>Problemas de...</i>	<i>Añadir el termino “ante”</i>	<i>Ante los problemas</i>
Contaminación del agua.	Es muy importante. En los contenidos subrayar las técnicas	<i>Ante los problemas derivados de la contaminación del agua.</i>
Contaminación del aire (radiaciones, alergias, ruido, luz excesiva, etc.)	No hay sugerencias	<i>Ante los problemas derivados de la contaminación del aire producidos por radiaciones, alérgenos, ruido, luz excesiva, etc.</i>
Consumo compulsivo o incontrolado.	No se deberían usar calificativos negativos	<i>Ante el consumo</i>
Catástrofes escolares	No centrarse solo en el medio escolar	<i>Ante posibles catástrofes</i>
Estilo de vida actual (falta de comunicación, integración social insatisfactoria, estrés, etc.)	No se debería tratar aquí sino en promoción y/o en los relacionados con consumo	

Así mismo, se valoró la importancia de “*el conocimiento de las características de un ambiente saludable*”. Sin embargo, las características negativas no se mencionaron, ya que se decidió educar en positivo, siguiendo las recomendaciones de los organismos de Salud y de las investigaciones revisadas. A los problemas de Salud de la Tabla 2 se les añadió la palabra “*Ante*” para que estuvieran en consonancia con la orientación dada a las competencias como recursos para enfrentarse a los problemas.

Respecto a los contenidos asociados a la resolución de los problemas detectados, se tuvieron en cuenta diversos factores:

1. Biológicos: “contaminantes”, “ciclos biológicos”.
2. Personales: “consumo saludable y responsable”, “crítica de la valoración de las personas por su nivel de consumo”, “responsabilidad para mantener un aire limpio”.
3. Sociales: “la sociedad de consumo como ambiente social”, “valoración del Medio Ambiente en el consumo”, “relación entre el consumo y el Medio Ambiente”.

Por otra parte, se atendió a problemas de igualdad y discriminación “crítica de la valoración de las personas por su nivel de consumo”, “elegir bienes y servicios con criterio solidario” y “solidaridad con las personas con escasez de recursos.”

A su vez, en la Tabla 2, se subraya la importancia del saber hacer y el carácter aplicativo de la formación del alumnado, lo que está de acuerdo con el enfoque de competencias aquí defendido: “Analizar los riesgos derivados de actuaciones en zonas donde hay probabilidad de catástrofe y actuar en consecuencia.” “Proponer acciones útiles para evitar o minimizar los riesgos para la salud relacionados con la contaminación atmosférica”, “Reconocer focos importantes de contaminación del aire mediante indicadores ambientales” “Proponer acciones útiles para evitar o minimizar los riesgos para la salud relacionados con la contaminación del agua”, “Utilizar técnicas básicas de análisis de aguas. Interpretar y valorar los datos obtenidos.”

De los resultados obtenidos a partir del consenso del grupo COMSAL, se percibe como necesaria una educación en medios, ya que la mayor parte de la información, valores y actitudes relacionadas con el medio ambiente se transmiten a través de los distintos medios de comunicación. Por ello, además de los conocimientos básicos, se ha incluido una educación crítica en medios, al destacar la capacitación para “Analizar los mensajes de la publicidad y sus consecuencias.” “Valoración crítica de los mensajes publicitarios, así como de las conductas y valores que proponen.”

En la resolución de problemas se hace partícipe a diferentes agentes socializadores y no sólo a la escuela; así, se recoge la importancia del entorno inmediato “Valoración de la importancia de los servicios de protección civil.”

Por último, se dejan para la etapa post-obligatoria los problemas relacionados con la bioquímica o con la industria.

Personas expertas externas consultadas

En el momento de redactar esta comunicación, se habían recibido 9 respuestas de personas expertas. A pesar de no suponer un número significativo para realizar el estudio Delphi, es posible extraer algunas orientaciones y sugerencias.

En cuanto a las competencias, las personas expertas estuvieron ligeramente más de acuerdo con las proposiciones relacionadas con el saber y con el saber ser que con el saber hacer, siendo elevado el grado de coincidencia en las tres (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de las valoraciones de las competencias realizadas por los expertos

Competencia	Enunciado	Valor*
Saber	Las características de un ambiente sano y de un ambiente insalubre	4,30
Saber hacer	Evitar ambientes insalubres, cuidar el medio ambiente y contribuir a su mejora	4,20
Saber ser	Compromiso con la creación de un medio ambiente sano. Solidaridad con quienes compartimos la Tierra y con quienes la heredarán	4,40

n = 9. * Puntuación media obtenida sobre valoraciones del 1 al 5

Respecto a las valoraciones de las problemáticas (Tabla 4), se aprecia que el grado de coincidencia sobre las actitudes es el más elevado seguido de los procedimientos y los conocimientos.

Así mismo, los expertos valoraron muy positivamente todos los contenidos asociados a los problemas de contaminación del agua, contaminación del aire, consumo y posibles

catástrofes propuestos por el grupo de investigación. Sin embargo, llama la atención que los problemas derivados de la contaminación del agua recibieron la menor valoración.

Tabla 4. Valoraciones medias sobre los contenidos en relación con la situación problemática

Situación problemática	Conocimientos	Procedimientos	Actitudes	Total*
Ante los problemas derivados de la contaminación del agua.	4,31	4,00	4,16	4,16
Ante los problemas derivados de la contaminación del aire producidos por radiaciones, alérgenos, ruido, luz excesiva, etc.	4,28	4,15	4,31	4,25
Ante el consumo	4,14	4,20	4,35	4,23
Ante posibles catástrofes	4,16	4,38	4,29	4,28
Total	4,19	4,24	4,32	4,23

n = 9. *Puntuación media obtenida sobre valoraciones del 1 al 5

Entre las observaciones y sugerencias realizadas cabe destacar que, en primer lugar, varios expertos inciden en la interrelación de los distintos tipos de contenidos y en la necesidad de educar para la salud en el ámbito del Medio Ambiente desde un punto de vista holístico. Además, en lugar de contemplar, por ejemplo los problemas derivados de la contaminación del agua, del consumo y de las catástrofes como variables aisladas, se debe favorecer una visión integrada. A modo ilustrativo, hoy en día es conocida la relación existente entre la capacidad de autodepuración de los ecosistemas fluviales y el grado de alteración de los ríos.

Por otra parte, el principio de cautela está muy extendido en la promoción de la Salud, al igual que en la planificación física del territorio y en la evaluación del impacto ambiental. Así mismo, este principio está relacionado con los hábitos de consumo en, al menos, dos vertientes: por una parte, evitar el consumo de ciertos alimentos o golosinas (por lo menos en grandes dosis) reduce determinados problemas o riesgos para Salud; y, por otra, contribuye a limitar la degradación del Medio Ambiente.

Algunas personas expertas añaden nuevas dimensiones no especificadas en la encuesta inicial, como la importancia de resaltar nociones sobre la contaminación del suelo y su repercusión sobre la Salud, por ejemplo en la producción de alimentos.

En referencia a los problemas derivados de la contaminación del aire, se han recibido observaciones que subrayan la necesidad de abarcar globalmente la calidad del aire que respiramos. Ya que, por ejemplo, habitualmente se ignora la calidad del aire de los espacios cerrados, cuando realmente pasamos en ellos la mayor parte del día, y hay problemas importantes de Salud asociados muchas veces a deficiencias en la ventilación.

Por último, se hace hincapié en que algunos de los conocimientos propuestos son más propios de los gestores de la Administración Pública que de la formación de los estudiantes; aunque algunas personas expertas inciden en la necesidad de conocer también el ámbito normativo.

Agradecimientos: Este estudio ha sido subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (EDU2010-20838). A los colaboradores del equipo COMSAL: Carlos Caurín, Anna Arnal, Irene Gavidía, Julia Sanz, Amparo Hurtado y José R. Cantó.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C., & Colomer, C. (2001). *Promoción de la salud y cambio social*. Barcelona, Masson.
- Álvarez, J.C., Guillén, F., Portella, E., & Torres, N. (2008). *Los Problemas de Salud Infantil. Tendencias en los países desarrollados*. Barcelona, Hospital Sant Joan de Dèu. Observatori de Salut de la Infància i l'Adolescència.
- Boletín Oficial de Estado (2006). *Ley Orgánica de la Educación en España*, BOE, 106.
- Bueno, F.J., Gavidia, V., Gómez, J., Salazar, A., Sierras, J., & Valderrama, J.C. (1995). *Hábitos de salud en la juventud de Valencia*. Valencia: Consejería de Salud y Consumo.
- Davò, M.C. (2009). *La cultura de Salud en las Aulas de Educación Primaria y la incorporación de las Escuela Promotora de la Salud a la Salud Escolar en España*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante.
- Dempsey, C., Battel-Kirk, B. & Barry, M.M. (2011) *The CompHP Core Competencies Framework for Health Promotion Handbook*. International Union of Health Promotion and Education (IUHPE). Paris.
- Díaz, J.A., Vall, O., & Ruiz, M. J. (2004). *Informe Técnico sobre Problemas de Salud y Sociales de la Infancia en España*. Madrid: Sociedad de Pediatría Social –SPS–Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Diputación de Aragón. (1991). *Educación para la Salud: propuestas para su integración en la Escuela*. Zaragoza: Diputación General de Aragón. Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Trabajo.
- Gavidia, V. (2007). Dificultades para el desarrollo de la educación en la escuela. Opiniones del profesorado. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 119-128.
- Gavidia, V. (2009). El profesorado ante la educación y promoción de la salud en la escuela. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 23, 171-180.
- Generalitat de Catalunya y Gobierno Vasco. (1988). *Orientaciones y Programas: Educación para la Salud en la Escuela*. Bilbao: Servicio Central de publicaciones del Gobierno Vasco.
- Hernán, M., Ramos, M., & Fernández, A. (2001). Revisión de los trabajos publicados sobre promoción de la salud en jóvenes españoles. *Revista de Salud Pública*, 75, 491-504.
- Ley Orgánica de Educación (LOE). (2006). BOE nº 106, de 4 de mayo.
- Maneja, R. (2010). *La percepción del medio ambiente en grupos infantiles y adolescentes. Comparativa entre la Huacana (Michoacán, México) y la cuenca del río Tordera (NE, Cataluña)*. Tesis doctoral. Univ. Autónoma de Barcelona. Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental.
- Ministerio de Sanidad Política Social e Igualdad. (2009). *Encuesta Europea de Salud en España*. Último acceso el 23 de febrero de 2012, desde <http://www.msps.es/estadEstudios/estadisticas/Encuesta Europea>
- Ministerio de Sanidad y Consumo (2006). *Encuesta nacional de salud 2006*. Madrid: Servicio de Publicaciones. Ministerio de Sanidad y Consumo. Último acceso el 20 de

febrero de 2012, desde <http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2006.htm>

Salvador, T., Hernández, M. R. & Rodríguez, C. (2008). *Diagnóstico de situación sobre avances, necesidades y retos en Promoción y Educación para la Salud en la Escuela en España*. Madrid: Ministerios de Educación y de Sanidad y Consumo.

Talavera, M. & Gavidia, V. (2007). Dificultades para el desarrollo de la Educación para la Salud en la escuela. Opiniones del profesorado. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 119-128.

¹ El Equipo COMSAL está formado por: Universidad de Valencia: Valentín Gavidia, Cristina Sendra, Marta Talavera, Carles Furió, Ascensió Carratalá, Dolores Gil; Universidad de Alicante: M^a Carmen Davó; Universidad Miguel Hernández de Elche: Manuela García de La Hera; y Universidad del País Vasco: Lourdes Pérez de Eulate y Enrique Llorente.

Tratamiento del concepto de energía en los libros de texto de biología

Pérez Murugó, M.¹, Marbà Tallada, A.²

Instituto Manolo Hugué¹, Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. UAB² mpere599@xtec.cat

RESUMEN

La presente comunicación reflexiona sobre la visión biológica del concepto energía que se aplica actualmente en las aulas a partir del análisis de diversos libros de texto y digitales en base al modelo ideal sugerido por la bibliografía.

Partiendo de una visión semiótica de los libros de texto se pretende detectar una posible correlación entre la demanda cognitiva de los ejercicios de final de unidad y los modelos energéticos presentados.

Los resultados muestran una multiplicidad de ideas respecto al concepto de energía tanto en los textos como en los ejercicios analizados. Siendo modelos alternativos al deseado en base a la bibliografía los más recurrentes en los textos analizados. Respecto al análisis de la demanda cognitiva de los ejercicios de final de unidad los primeros resultados muestran un claro dominio de los ejercicios que requieren un “input” por parte del alumnado. Pero en todos los casos destaca el hecho de que mayoritariamente en ellos no se trabaja el concepto de energía.

Palabras clave

Energía, nutrición celular, entropía, demanda cognitiva

INTRODUCCIÓN

“Entropía es una palabra que trae confusión, sobre todo usada por biólogos, probablemente por que la materializan en lugar de usarla como característica de un sistema”.

Ramon Margalef

El término energía es uno de los términos científicos con mayor presencia en nuestra vida cotidiana. Este hecho implica que cualquier alumno de la secundaria obligatoria haya construido su propio concepto de energía vinculado a aspectos diversos, des de la alimentación, el estado físico, el consumo, etc... Otra cosa es que el concepto de energía que se ha construido el alumno sea más o menos parecido al concepto científico actual (Pérez-Landazábal, Varela, & Faveires, 2000). La energía es una construcción teórica, un modelo que nos permite representar el funcionamiento del mundo. Y es por todo ello que consideramos debería ser pilar de importancia en las clases de ciencias.

Conocer como se usa el concepto energía en los libros de texto de biología es esencial para poder desarrollar materiales para ayudar a comprender su papel en la biología. El libro de texto es un recurso para el profesorado y es una herramienta de aprendizaje para el alumnado (Martínez Bonafé, 2002), y a pesar de las críticas sigue siendo uno de los materiales curriculares más utilizados (Cintas Serrano, 2000). Es más, los libros de texto influyen en la forma de pensar ciencia y de transformar el mundo del lector (Izquierdo, 2005), y sus características pueden acabar provocando en el alumnado una visión deformada de la ciencia (Izquierdo y Aliberas, 2004) y alejando la ciencia escolar de sus capacidades y su sentido común dificultando así el aprendizaje.

En esta comunicación centramos nuestros esfuerzos en detectar el uso del concepto energía que se realiza en los libros de texto de biología. Pues los libros de texto son objetos culturales y como tales contienen las intenciones de los y las autoras. El mensaje del texto es la materialización de la visión de “*ciencia que debe ser enseñada*” que tiene el autor (Jiménez et al, 1997). Los libros de texto influyen en la forma de pensar ciencia y de transformar el mundo del lector (Izquierdo, 2005), y sus características pueden acabar provocando en el alumnado una visión deformada de la ciencia (Izquierdo y Aliberas, 2004) y alejando la ciencia escolar de sus capacidades y su sentido común dificultando así el aprendizaje.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Antecedentes de la investigación

Numerosa es la literatura que aborda las dificultades de enseñar energía en física pero no ha sido así en biología. Los estudios de Gayford (1986) o Barak (1997) muestran como a pesar de que se trabaja el concepto de energía desde diferentes disciplinas escolares este uso común no se explicita en el aula, favoreciendo que la idea de fuerza vital aparezca como un agente interventor en los procesos biológicos. Algunos estudios muestran una clara relación entre las dificultades en la comprensión del concepto de energía y las dificultades para la comprensión científica de la biología (Barak, et al, 1997) llegando a vincular las primeras con las concepciones vitalistas del alumnado quien tiende a fijarse en casos específicos y falla al conectar con otras disciplinas.

Habitualmente se aborda la energía física des de la física, la química des de la química, y términos relacionados que se basan en conceptos energéticos des de la biología (nutrición, ecología, desarrollo, etc...), pero investigaciones previas muestran que el alumnado no es capaz de conectar unos conocimientos con otros, volviendo al uso de conocimientos obtenidos de fuentes no formales en la mayoría de los casos. De manera que lo que para el profesorado de ciencias naturales es evidente sobre el concepto de energía no lo es para el alumnado (Gayford, 1986).

Así pues distintos autores consideran que es necesario pues vincular biología y energía a partir de una interpretación más física del contexto biológico sin que ello implique un reduccionismo, al contrario los conceptos físicos deben permitir al alumnado una comprensión más completa e integrada de la biología (Ling et al, 2003; Ogborn, 1986). Trabajos posteriores a Gayford han sugerido un currículo basado en la 2a ley de la termodinámica para facilitar la comprensión de determinados procesos biológicos (Barak et al, 1997) afirmando que es la incomprensión de esta en un contexto biológico uno de los principales obstáculos para entender los modelos biológicos (Barak et al, 1997). El debate ha versado en torno a como iniciar la conceptualización del término (Duit, 1998; Domenech, 2000). Se ha propuesto un tratamiento del término desde una perspectiva de “*substancia material*” que participa en los procesos que se suceden a nuestro alrededor. El hecho de que esta concepción coincida con su significado cotidiano podría facilitar su aprendizaje (Duit, 1987) pero a la vez dificultaría el aprendizaje del término científico, pues la sustancialización del término poco tiene que ver con la concepción científica actual; otros autores han propuesto un significado más elemental del término, “*energía como eficacia u origen de actividad*” (Watts, 1983) o “*sistema capaz de realizar trabajo*” (Warren, 1982 y 1983), pero estas definiciones válidas para la dinámica (Sexl, 1981; Duit, 1985) se ven cuestionadas por la 2a ley de la termodinámica, pues no toda la energía servirá para realizar un trabajo. A pesar de ello la mayor parte de los textos científicos mantiene esta visión clásica (Duit, 1986; Domènech et al., 2001). Sería pues necesario usar una definición más general y hablar de “*la capacidad de producir cambios*”, pero tampoco parece que esta visión de la energía como causa de fenómenos sea la visión usada por la ciencia pues lo que hace que los fenómenos tengan lugar no son las variaciones de energía sino el aumento de entropía. Es por ello que determinados autores han propuesto una visión más operativa del concepto abandonando sus aspectos más cualitativos y centrándose en el principio de conservación.

Ogborn (1983) propone que la energía depende de la configuración del sistema y de las propiedades

de la materia. Así pues, la energía es una propiedad de los sistemas y no podemos hablar de la energía de los objetos aislados. Para construir una idea de energía hay que tener en cuenta un conjunto de características, cualidades, como la transformación, la transferencia, la conservación y la degradación (Duit, 1986). Pero la característica de la conservación parece poner en duda el uso del concepto energía para explicar los cambios que se producen (Duit, 1986; Ogborn, 1986; Pintó, 1991). A pesar de que en determinados sistemas aislados pueda parecer que la energía permanece constante, esto no implica que dentro de estos no puedan haber transformaciones y/o transferencias siempre que la suma total de las variaciones sea 0 (Domenech, 2003). El resultado de las interacciones y transformaciones del sistema es que la energía se degrada, los sistemas tienden a la homogeneidad y disminuyen las posibilidades de posteriores transformaciones (Duit, 1986; Ogborn, 1990), esta explicación requiere el uso de la magnitud entropía que será la que variará dentro de un sistema aislado, crecerá. En cambio, la energía total se mantendrá constante. Conforme esto pasa las posibilidades de transformaciones macroscópicas disminuyen, es imposible obtener el orden del desorden (Levine, 1991). Esta explicación del modelo energía permite afrontar situaciones donde la contradicción entre las dos leyes de la termodinámica dificulta su comprensión (Duit, 1986; Ogborn, 1990).

Dentro de la disciplina de la biología, y en especial en la ecología, cada vez hay mayor conciencia de la importancia de la termodinámica en el área y de la paradoja que esta presenta, pues los organismos parecen tender al orden y a la estructuración contradiciendo la 2ª ley. Pero los seres vivos no son organismos aislados sino sistemas disipativos abiertos (Morowitz). Los seres vivos se alimentan de energía negativa para compensar el aumento de entropía que produce vivir y mantenerse en un estado estacionario de baja entropía. Para evitar el equilibrio es necesario un trabajo constante y es imprescindible que el sistema fuera del equilibrio no sea un sistema aislado, y la entropía externa aumente en el global. En el sistema pueden aparecer estructuras que permanecerán mientras este se mantenga alejado del equilibrio. Si se deja de suministrar la potencia necesaria para el alejamiento del equilibrio las estructuras del sistema desaparecen, al ser necesario disipar la energía para mantenerlas. Así pues, la termodinámica puede proporcionar a la biología explicaciones a los fenómenos de estructuración de los seres vivos, quienes están fuera del equilibrio.

A partir de lo expuesto, y con el fin de identificar como se caracteriza la energía en los libros de texto de biología se definieron las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué modelo energético definen los libros de texto de biología?
- ¿Qué relación hay entre la demanda cognitiva de los ejercicios y el modelo de energía presentado?

Soluciones y recomendaciones

Metodología

Para resolver los otros objetivos planteados se escogieron tres propuestas editoriales, dos en formato papel y una en formato digital. Las editoriales en papel fueron escogidas por su amplia difusión en Cataluña (Cruïlla y Grupo Promotor Santillana), la editorial digital fue escogida por ser una de las principales propuestas presentadas por el Departament d'Educació a aquellos centros participantes en el proyecto 1x1 de digitalización de las aulas. La descripción de la muestra se detalla en la Tabla 1.

De cada una de las propuestas editoriales se determinó analizar aquellas unidades relacionadas con el proceso de nutrición celular, pues el constructo energía resulta básico para la comprensión de esta temática central de la disciplina y se repite a lo largo del ciclo educativo obligatorio y

postobligatorio permitiendo analizar la relación entre la posible evolución del modelo energía a lo largo de las etapas educativas y el aumento de la demanda cognitiva.

También se analizan los ejercicios de final de las unidades didácticas siguiendo la propuesta de Dàvila & Tàlanquer (2001) ya que estos forman parte de la transmisión del concepto. Se seleccionan aquellos ejercicios, al igual que los textos, claramente vinculados con el proceso nutritivo a nivel celular, dejando sin tratar aquellos que hacen referencia a aparatos y sistemas sin plantear problema alguno en relación al proceso.

Propuesta editorial	Editorial	Cursos	Capítulos analizados	Ejercicios analizados
Ciències de la naturalesa. Projecte 3.16	Cruïlla	1º ESO	1	2, 11 y 12
			2	2
		2º ESO	1	
			2	1 a 6, 10, 12 a 17, 19 a 21, 26 a 33, 35 a 42
			5	13, 16, 26, 40 y 44
		3º	2	
			3	1 a 5, 25, 26, 30 a 32, 34 y 35
		4º	6	5, 6, 22, 27, 31 a 34
Projecte La Casa del Saber	Grup Promotor Santillana	1º Bachillerato	8	18 a 24, 50 y 51
		2º Bachillerato	1	1 a 3, 45
			2	1 a 6, 8 a 42
			3	1, 4 a 20, 23 a 25, 31 a 49
			4	3, 13, 19, 23, 25, 27, 28, 42 a 44
			8	6, 9 y 10
Ciències de la naturalesa	Digital Text	1º-2º ESO	1.05	7,8, El cicle del carboni, El multiplicador
			1.10	
		3º ESO	3.07	2, El superqüestionari, Trencant el dejuni, Dissenya un menü equilibrat, Les vitamines
Biologia i Geologia		4º ESO	4.06	4, Experiment experimental

Tabla 1. Propuestas editoriales analizadas

Para encontrar el sentido global del mensaje del texto (Izquierdo & Aliberas, 2004) realizamos unas primeras lecturas exploratorias que nos permitirían apropiarnos de la idea general del mismo (Van Dijk, 1978) eliminando el término energía del texto siempre que ello fuese factible con la intención de no dejarnos influenciar por el mismo. Ello permitió fragmentar los textos en unidades de significado que posteriormente fueron categorizadas en cuatro modelos construidos inductivamente a partir de la bibliografía expuesta y en base a los modelos energéticos propuestos por Watts (1983) y posteriormente adaptados por Gayford (1986). Las categorías se muestran en la Tabla 2.

Categoría	Código	Definición amplia	Cuando usar
Modelo fluido	F	Identificamos como flujo aquellas unidades de significado que hacen referencia a un modelo de energía fluido	Aplicamos este código cuando el texto implica una consideración de energía como flujo, con comportamiento fluido, capaz de transferirse de un lugar a otro, de moverse en el sistema
Modelo Producto	P	Identificamos como a producto aquellas unidades de significado que hacen clara referencia a un modelo de energía como producto de una situación o proceso	Aplicamos este código en todas aquellas situaciones en las que el texto implique una consideración de energía como una unidad generada, que desaparece posteriormente sin percibirse la conservación de la misma.
Modelo	M	Identificamos como almacenaje	Aplicamos este código en todas aquellas situaciones en

Almacenaje		aquellas unidades de significado que hacen referencia a un modelo depositario de energía	las que el texto implique almacenaje y recarga de energía
Modelo Característica	C	Identificamos como característica aquellas unidades de significado que tratan la energía como un ingrediente reactivo de la materia	Aplicamos este código en todas aquellas situaciones en las que el texto implique el constructo energía como una propiedad de la materia capaz de reaccionar en determinadas situaciones. En este modelo la energía no está almacenada, es una característica de la materia que la presenta y permite que se produzcan reacciones no espontáneas. Aplicamos el código aunque en el texto no encontremos explícitamente la palabra energía pero si el concepto que esta representa.

Tabla 2. Categorías modelos energéticos

Para analizar la demanda cognitiva y su relación con el tratamiento de la energía en los ejercicios de usaron los análisis de Dávila & Tàlanquer (2010), modificando sus categorías y redefiniéndolas en función de nuestras necesidades y los hechos hallados durante la investigación construyendo la consecuente red para la codificación de las unidades de significado.

Resultados

	Almacenaje	Flujo	Producto	Característica
1º ESO Digital-text	14,29	42,86	28,57	14,29
3º ESO Digital-text	0	0	100	0
4º ESO Digital-text	0	49,99	41,66	8,33
1º ESO Cruïlla	0	50	50	0
2º ESO Cruïlla	20	40	20	20
3º ESO Cruïlla	66,66	0	33,33	0
4º ESO Cruïlla	27,27	63,63	9,09	0
1º Bachillerato Santillana	30	20	30	20
2º Bachillerato Santillana	45,45	15,15	21,21	18,18

Tabla 3. Presencia modelos energéticos en los textos (%)

Tal y como podemos observar en la tabla los textos analizados no presentan un modelo energético determinado en cada curso ni a lo largo del ciclo educativo presentado por una misma editorial. La energía parece ser un concepto que aparece en el texto en determinadas circunstancias y que se aborda según las necesidades, llegando a plantear modelos energéticos contradictorios en una misma unidad, siendo los modelos almacenaje y flujo los que más aparecen en los libros de texto.

	Conocimiento			Comprensión					Aplicación	Análisis		Síntesis	Evaluación
	Recordatorio	Búsqueda	Relación	Descripción	Clasificación	Representación	Interpretación	Justificación		Ejecución	Comparación		
1º ESO Cruïlla	16,67	0	0	0	0	0	0	50	0	33,33	0	0	0
1º ESO Digital-text	75	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2º ESO Cruïlla	34,18	3,8	2,53	3,8	10,13	1,27	3,8	18,99	0	3,8	11,39	3,8	2,53

3º ESO Cruïlla	29,41	0	0	5,88	17,65	0	0	11,77	17,65	5,88	5,88	0	5,88
3º ESO Digital-text	25	25	0	0	12,5	12,5	0	12,5	0	12,5	0	0	0
4º ESO Cruïlla	0	0	0	5,56	5,56	5,56	0	33,33	22,22	22,22	5,56	0	0
4º ESO Digital-text	16,67	0	0	0	83,33	0	0	0	0	0	0	0	0
1º Bachillerato Santillana	93,33	0	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	0	0
2º Bachillerato Santillana	32,65	0	4,08	5,44	9,52	0	2,72	18,37	6,12	8,84	4,76	4,76	2,72

Tabla 4. Demanda cognitiva ejercicios final de unidad

	Conocimiento			Comprensión					Aplicación	Análisis		Síntesis	Evaluación
	Recordatorio	Búsqueda	Relación	Descripción	Clasificación	Representación	Interpretación	Justificación	Ejecución	Comparación	Inferencia	Diseño	Argumentación
Almacenaje	2,33	0,33	0	1	1,33	0	0	3	2	0,67	0,33	0	0,67
Flujo	3,67	0	1	0,67	0,67	0	0,33	2	0,33	0,67	0,67	0	0
Producto	6	0	0	1,33	0	0	0	1,67	0,67	0,67	0,33	0	0
Característica	1,67	0	0	0	1	0	0,33	1,33	0	0,67	0,67	0	0
No trata la energía	20	1,33	2	1,33	7,67	1	1,67	10,33	2,33	5,33	4	3,33	1,67

Tabla 5. Modelo energético presente en los ejercicios de final de unidad en relación con la demanda cognitiva.

Tal como podemos observar en la Tabla 4 predominan los ejercicios de reconocimiento y comprensión en todas las etapas educativas y en todas las editoriales analizadas. Este nivel de demanda corresponde, según Bloom, a un nivel de demanda cognitiva bajo – intermedio. Los ejercicios demandan principalmente recordar, el nivel más bajo de la categoría, son actividades de “*input*”, no productivas para el alumnado. No se aprecia correspondencia entre esta demanda y el nivel educativo del libro analizado, llegando a presentar libros de 2º de bachillerato un 32,6% de sus ejercicios de este tipo.

Destacar que dentro de los ejercicios de comprensión, un 18% del total de estos corresponden a ejercicios de justificación, considerados de nivel cognitivo intermedio – alto, con demanda de “*output*” por parte del alumnado.

Cabe mencionar también que más del 50% de los ejercicios analizados no abordan el tratamiento del concepto energía, como podemos observar en la segunda tabla de este apartado. Y aquellos que lo hacen usan un modelo alternativo, principalmente el modelo almacenaje en un 12% de los casos coincidiendo con los resultados obtenidos en el análisis de los textos.

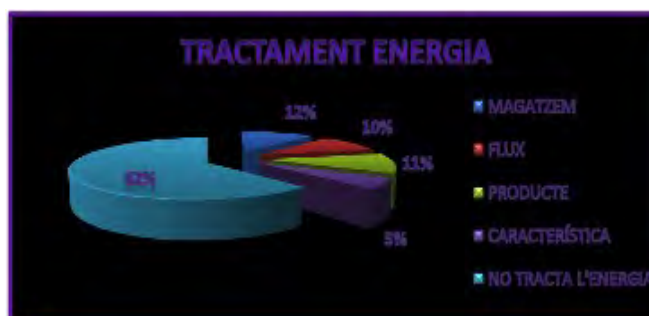


Figura 1. Modelos energéticos en los ejercicios de final de capítulo

CONCLUSIONES

A partir del análisis de los datos detectamos la multiplicidad de maneras de tratar la energía en todos los libros de texto analizados y para todos los cursos. La energía es un concepto que aparece en el texto en determinadas circunstancias y que es tratada de manera diferente a lo largo de una misma unidad, así pues en el libro de texto Biología y Geología de 4º de ESO de la editorial Cruïlla, leemos las siguientes frases en una misma unidad didáctica:

- “*Toda la energía almacenada por los productores....*” (Modelo Almacenaje)
- “*Una parte de la energía que pasa de un nivel trófico....*” (Modelo Flujo)

Cabe destacar la poca presencia del modelo Característica, modelo que incorpora la idea de energía como característica de la materia, y que es según los antecedentes expuestos la concepción que sería deseable apareciera mayoritariamente.

El hecho de encontrar esta variedad de modelos en una misma unidad didáctica hace pensar si realmente hay algún planteamiento previo sobre cuál debe ser el modelo energético a tratar por parte de los autores de los libros de texto. Como expone Merino (2009) podría suceder que esta combinación de modelos alternativos de energía dificultase que el alumnado modelizase y consecuentemente pensase, hablase y/o actuase sobre el sistema estudiado.

Así pues, los libros de texto y textos digitales analizados materializan el concepto perdiendo de vista su característica teórica. No parece que pretendan trabajar este constructo desde la modelización, es más, presuponen al alumnado conocedor y entendedor del mismo (Pérez-Landazábal, Varela, & Faveires, 2000).

Al intentar identificar la demanda cognitiva de los ejercicios analizados detectamos que mayoritariamente estos tienden a incluir ejercicios de comprensión y conocimiento, que solo implican recopilación de información por parte del alumnado, más que ejercicios de *output* como propone Bloom. Y esta tendencia parece mantenerse a lo largo del ciclo educativo obligatorio y postobligatorio. Nos planteamos pues una nueva pregunta: “*¿existe una estrategia de aprendizaje en los libros de texto analizados?*”

Cuando el objetivo es analizar el modelo energético que presentan los ejercicios, observamos que la mayor parte no tratan la temática aún y estando incluidos en una unidad íntimamente relacionada con la misma y de difícil comprensión sin el uso del constructo en cuestión.

Aquellos ejercicios que introducen el concepto lo hacen mayoritariamente usando categorías de modelos energéticos de flujo y almacenaje, materializando el concepto y contribuyendo a la construcción de modelos erróneos. Pero además cabe destacar que las categorías de modelos alternativos al defendido que presentan los textos de los libros, no se ven reflejadas en las actividades complementarias que estos proponen, creándose un salto importante entre la teoría que exponen y los ejercicios prácticos que mayoritariamente no enfocan el concepto.

En definitiva, los libros de texto analizados presentan una multiplicidad de ideas al respecto del concepto energía, tanto en el texto como en los ejercicios, y lo relacionan especialmente con la idea de flujo o almacenaje. Hay sin duda un uso indiscriminado que del término, más no del concepto, energía hacen los textos. El reto ahora es saber cómo esto afecta al alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia SEJ2009-13890-C02-02).

BIBLIOGRAFIA

- Barak, J., Gorodetsky, M., & Chipman, D. (1997). Understanding of energy in biology and vitalistic conceptions. *International Journal of Science Education* , 19 (1), 21-30.
- Barak, J., Sheva, B., Gorodetsky, M., & Gurion, B. (1999). As 'process' as it can get students' understanding of biological processes. *International Journal of Science Education* , 21 (12), 1281-1292.
- Cheng-Yung, & Reping. (2003). Student's understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis and respiration. *Internatiuonal Journal of Science Education* , 25 (12), 1529-1544.
- Dàvila, K., & Tàlanquer, V. (2010). Classification of end-of-chapter questions and problems in general chemistry textbooks in the US. *Journal of Chemical Education* , 87 (1), 97-101.
- Doménech, J. e. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Enseñanza de la física* , 20 (3), 285-311.
- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school – emperical results from The Philippines and West Germany. *Physics Education* , 19, 59-66.
- Ellse, M. (1988). Transferring not transforming energy. *School Science Review* , 69 (248), 427-437.
- Gayford, C. (1986). ATP; a coherent view for school Advanced level studies in biology. *Journal of Biological Education* , 20 (1), 27-32.
- Gayford, C. G. (1986). Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology. *European Jouynal of Science Education* , 8 (4), 443-450.
- Izquierdo, M., & Aliberas, J. (2004). Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona Serveis de Publicació.
- Jiménez Aleixandre, M. (1997). Libros de texto: un material entre otros. *Alambique (Versión electrónica) (11)*.
- Jou, D., Llebot, J., & Pérez, C. (1994). Física para las ciencias de la vida. Madrid: McGraw - Hill / Interamericana de España, S.A.
- Kaper, W. H. (2002). 'Forms of Energy', an intermediary language on the road to thermodynamics? Part I. *International Journal of Science Education* , 24 (1), 81-95.
- Kesidou, & Duit. (1993). Student's conceptions of the Second Law of Thermodynamics - An interpretative Study. *Journal of Research in Science Education* , 30 (1), 85-106.
- Margalef, R. (1986). Ecología. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- Margalef, R. (1980). La biosfera entre la termodinámica y el juego. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- Merino Rubilar, C. (6 de 9 de 2009). Tesis doctoral. Aportes a la Caracterización del Modelo Cambio Químico Escolar. 55-69. (M. Izquierdo Aymerih, Directora tesi.) Bellaterra, Barcelona: UAB.
- Ogborn, J. (1986). Energy and fuel - the meaning of 'the go of things'. *School Science Review* , 68 (242), 30-35.
- Pérez-Landazábal, M. C., Varela, M. P., & Faveires, A. (2000). La energía en las aulas: un puente entre la ciencia y la sociedad. *Alambique (versión electrónica) (24)*.
- Pueyo, S. (gener de 2003). Tesis doctoral. Irreversibility and Criticality in the Biosphere. 67- 89. (J. F. Bassols, Director de tesi) Barcelona: Departament d'Ecologia Universitat de Barcelona.
- Solomon, J. (1982). How children learn about energy or Does the first law come first? *School Science Review* , 63 (224), 415 – 422.
- Solomon, J. (1983). Learning about energy: How pupils think in two domains. *European Journal of Science Education* , 5 (1), 49-59.

Diseño de cuestionario para la evaluación de la percepción del profesorado de la implementación de la tecnología EXAO en secundaria

Pino Álvarez¹, A., Jiménez-Liso¹, M. R. y Jiménez-Valladares², J.D.

¹*Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.*

Universidad de Almería. Correo electrónico: anapinobj@gmail.com

²*Parque de las Ciencias. Granada.*

RESUMEN

La presente comunicación es un fragmento del proyecto SENSOCIENCIA¹. Este proyecto de investigación responde a la necesidad de mejorar el desarrollo de las competencias básicas en la Educación Secundaria a través de la promoción de la investigación en el aula. El uso de la tecnología EXAO² puede ayudar a que se amplíen el número de actividades de laboratorio, ya que la inmediatez en la recogida de datos permite dedicar más tiempo a la interpretación de éstos, a la formulación de preguntas y al uso de modelos.

En este trabajo presentamos el diseño de un cuestionario para conocer la percepción del profesorado sobre esta tecnología, pues nos parece imprescindible conocer su visión para analizar, en trabajos posteriores, su influencia sobre la implementación de esta innovación didáctica, sea un éxito o no.

Palabras clave

EXAO, trabajos prácticos y formación del profesorado.

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de incluir actividades de investigación en el aula como herramienta para promover un aprendizaje no superficial del conocimiento científico no está en discusión. Sin embargo, esta necesidad no concuerda con la escasa realización de trabajos prácticos en educación secundaria por lo que, en un trabajo más amplio (Pino, 2011) hemos analizado las dificultades del profesorado para introducir actividades de laboratorio en el aula de ciencias de secundaria basándonos en estudios previos (Hofstein y Lunetta, 1982; Woolnough y Allsop, 1985; Tamir, 1991 y Pérez, 2001). Para salvar las dificultades del profesorado al incorporar los trabajos prácticos al aula, EXAO puede ser un recurso didáctico potente para el profesorado de ciencias porque minimiza algunas de las dificultades señaladas por los profesores (Russell y otros, 1999).

¹ SENSOCIENCIA: Proyecto de excelencia aprobado en resolución provisional por Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía (SEJ-7385).8

²EXAO: Experimentación Asistida por Ordenador, compuesto de una pequeña computadora o un ordenador a los que se les incorporan sensores y permite la adquisición de parámetros físico-químicos y biológicos en tiempo real.8

Estudios previos sobre la implantación de EXAO en centros de Cataluña (Pintó y Sáez, 2006) muestran cómo a pesar de la dotación de los centros de manera oficial y del proceso de formación del profesorado, la utilización de esta tecnología por parte del profesorado de secundaria sigue siendo baja.

En el presente trabajo, queremos analizar las percepciones de un grupo de profesores y profesoras de ciencias de secundaria que participa en una experiencia piloto de implementación de EXAO en sus clases, destacando los beneficios, inconvenientes y expectativas sobre el uso de esta tecnología como paso previo, en estudios posteriores, a analizar la incidencia del uso de EXAO en su proceso de formación permanente así como sobre en el desarrollo de su práctica docente.

2. ANTECEDENTES

Para analizar la percepción del profesorado de secundaria de ciencias hemos realizado una revisión bibliográfica que nos ha permitido identificar cuáles son los beneficios asignados a la realización de trabajos prácticos en general, y a la utilización de EXAO de manera particular, así como los inconvenientes alegados que justifican su escasa puesta en práctica en el aula.

Para diseñar el cuestionario hemos tenido en cuenta factores planteados por otros autores: como las características que según Payá (1991) deben tener los trabajos prácticos; las investigaciones de Lope y otros (2009), quienes analizan los aspectos que deberían tenerse en cuenta en la planificación de actividades de aula con EXAO; y López (2009), que presenta en su tesis doctoral un estudio de casos de profesores que utilizan EXAO. Además de tener en cuenta las investigaciones sobre trabajos prácticos (Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003; Lunneta, 1998; Holstermann y otros, 2010).

3. MARCO TEÓRICO

Según numerosos autores (Hodson, 1994; Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003; Lunneta, 1998; Holstermann y otros, 2010; Reigosa, 2010; Ebenezer y otros, 2011), la realización de trabajos prácticos proporciona al alumnado numerosos beneficios como puede ser: motivar, enseñar las técnicas de laboratorio, intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos, proporcionar una idea sobre el método científico, desarrollar la habilidad en su utilización y desarrollar determinadas actitudes científicas.

A pesar de todos los beneficios que los investigadores reconocen en los trabajos prácticos, numerosos autores e informes sobre el estado de la enseñanza de las ciencias ponen de manifiesto que el tiempo dedicado a los trabajos prácticos es prácticamente inexistente en la Educación Primaria y se está reduciendo drásticamente en la Educación Secundaria. Las posibles causas de esta disminución pueden estar entre los siguientes factores (Payá, 1991; Cano y Cañal, 2006; Banet, 2007; López, 2009): ratio alumnos-profesor demasiado elevado, laboratorios pequeños o sin la dotación necesaria, falta de profesores de apoyo, limitación de tiempo para su realización, riesgos de seguridad, manejo de instrumental y aparatos, limitaciones derivadas del comportamiento del alumnado o de sus conocimientos previos, currículum demasiado extenso, modelo de enseñanza de ciencias está aún demasiado basada en la mera transmisión de conocimientos, demasiada dependencia del profesorado respecto de los libros de texto y centrada casi exclusivamente en los contenidos, orientación didáctica del profesorado y de los departamentos implicados, escasa preocupación de la administración por la formación del profesorado y su seguimiento, y control de la

enseñanza, influencia de evaluaciones externas o debilidad de conocimientos previos del alumnado.

Weller (1996) indagó sobre EXAO como recurso para realizar trabajos prácticos y consideró que incrementan la gama de posibles experimentos, ya que brinda al alumnado la posibilidad de diseñar experimentos con una gran amplitud y facilidad al capturar datos a tiempo real, representarlos de forma gráfica en una pantalla, así como cambiar variables rápidamente. Son muchos los autores que resaltan las ventajas de esta nueva tecnología en la mejora de la enseñanza de los alumnos/as frente a los equipos clásicos de laboratorio (Newton, 2000; Russell y otros, 2003; Boujaoude y Jurdak, 2010). Además de posibilitar la opción de realizar experimentos de campo, que de otra manera serían prácticamente inviables.

4. OBJETIVOS

En el presente trabajo nos planteamos los siguientes objetivos de investigación:

- Diseñar un cuestionario que nos permita conocer la percepción del profesorado participante en un grupo de formación sobre los trabajos prácticos con o sin EXAO.

Para desarrollar este objetivo en el marco concreto de este trabajo de investigación, nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué finalidades exponen los profesores de secundaria para incorporar los trabajos prácticos en general y EXAO en particular, en sus clases de ciencias? ¿Cuáles son las finalidades más frecuentes? ¿Cuáles creen que se favorecen con el uso de EXAO?
- ¿A qué dificultades aluden para implementar los trabajos prácticos? ¿Cuáles creen que se mitigan con el uso de EXAO?
- ¿Qué planteamiento declaran los docentes participantes sobre la secuencia de trabajos prácticos?

5. DISEÑO DEL CUESTIONARIO

En total hemos elaborado 34 ítems, los cuales se agrupan en cuatro dominios (Tabla 1).

El primero de los dominios, *Realización de trabajos prácticos con y sin EXAO*, pretende evaluar si el profesorado realiza trabajos prácticos y con qué frecuencia, en qué cursos se realizan, y en su caso, por qué están limitados a unos niveles educativos concretos, así como las temáticas elegidas para su realización. Estos objetivos vienen determinados en las cuestiones 1, 2 y 9 del cuestionario (ANEXO I).

El dominio II, *Finalidades y ventajas de los trabajos prácticos con y sin EXAO*, persigue identificar cuáles son los objetivos que el profesorado destaca, de manera espontánea, lo que indicará la importancia de las finalidades perseguidas con su realización (Payá, 1991; Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003; Lunneta, 1998; López, 2009; Holstermann y otros, 2010). Posteriormente, redundaremos en estas preguntas tras la utilización de EXAO y, para ello, hemos incluido varios ítems basándonos en la literatura especializada (Weller, 1996; Newton, 2000; Russell y otros, 2003; Boujaoude y Jurdak, 2010). Con la inclusión de estas preguntas trataremos de apreciar las diferencias fundamentales que aporta esta tecnología para los docentes. Estos objetivos se desarrollan a través de las cuestiones 3, 4 y 10 (ANEXO I).

El dominio III, *Inconvenientes/dificultades para realizar trabajos prácticos con y sin EXAO*, pretende analizar los obstáculos que considera el profesorado para realizar trabajos prácticos. Los ítems han sido establecidos basándonos en la literatura

especializada (Payá, 1991; Banet, 2007 y López, 2009), y nos permitirán verificar si alguno de esos inconvenientes y/o dificultades son mitigados por el uso de EXAO. Estos objetivos determinan las cuestiones 5 y 11 (ANEXO I).

El dominio IV, *Aspectos fundamentales de los trabajos prácticos*, evalúa en qué medida una práctica “tradicional” se replantea como una investigación. Así, con estos ítems pretendemos evaluar cuáles son los pasos fundamentales para la realización de una práctica, cuyas categorías están basadas en literatura especializada (Payá, 1991; Gil y Valdés, 1996). Estos objetivos se desarrollan con la cuestión 6 (ANEXO I).

DIMENSIONES DEL CUESTIONARIO	
REALIZACIÓN DE TRABAJOS PRÁCTICOS CON Y SIN EXAO	Frecuencia de realización de trabajos prácticos Temáticas en su realización Niveles educativos
FINALIDADES Y VENTAJAS DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS CON Y SIN EXAO	Motivación alumnos Relación con los fenómenos Formulación de preguntas Utilización y comprobación de modelos teóricos Predicción de resultados Comprensión de conceptos científicos Análisis de datos Acercamiento a la actividad científica Trabajo en equipo Desarrollo de habilidades
INCONVENIENTES/DIFICULTADES PARA REALIZAR TRABAJOS PRÁCTICOS CON Y SIN EXAO	Ratio alumnado/profesorado Tiempo preparación actividad práctica Tiempo realización actividad práctica Duración sesión práctica Horario clases Colaboración profesores Dotación laboratorio Currículum legislación vigente Libro de texto Riesgos de seguridad, manejo de instrumental y aparatos
ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS	Plantear inicialmente conflicto ideas Presentar situaciones problemáticas abiertas Favorecer la reflexión de los estudiantes Realizar análisis de datos Emitir hipótesis Conceder importancia a la elaboración de diseños y a la planificación Plantear análisis de resultados Plantear la consideración de posibles perspectivas Utilizar los modelos para explicar Elaborar memorias científicas Potenciar la dimensión colectiva del trabajo científico

Tabla 1. Dimensiones del cuestionario

6. PRIMEROS RESULTADOS

Para esta investigación hemos contado con la colaboración voluntaria de siete profesores participantes en un curso de formación permanente sobre el uso y utilidad de EXAO organizado por el CEP de Granada y desarrollado en el Parque de las Ciencias.

La frecuencia de realización de trabajos prácticos en el laboratorio con el alumnado es de una media de 1-3 veces al trimestre. El único incremento de las prácticas por la utilización de EXAO se produce en 3º ESO, en 2º PCPI³ y en el ciclo superior, pues las

³ Programas de Cualificación Profesional Inicial.⁸

dificultades se ven paliadas por la utilización de EXAO ya que permite realizar trabajos prácticos con alumnado con los que en otras condiciones no se atreverían.

Los contenidos elegidos para realizar estos trabajos prácticos son muy variados debido a la diversidad de licenciaturas de estos profesores. Así, como los niveles educativos en los que preferiblemente realizan los trabajos prácticos de laboratorio, dependiendo de los cursos que tienen asignados.

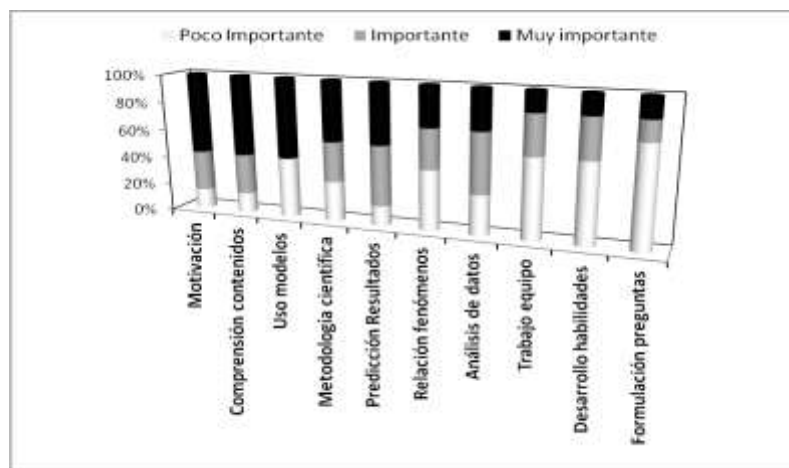


Gráfico 1. Finalidades declaradas por el profesorado según su importancia

Las finalidades de los trabajos prácticos que este profesorado considera como muy importantes son la motivación, que permiten una mejor comprensión de contenidos y sorprende la importancia que adquiere el uso de modelos, frente a la formulación de preguntas o el desarrollo de habilidades que destacan como poco importantes⁴.

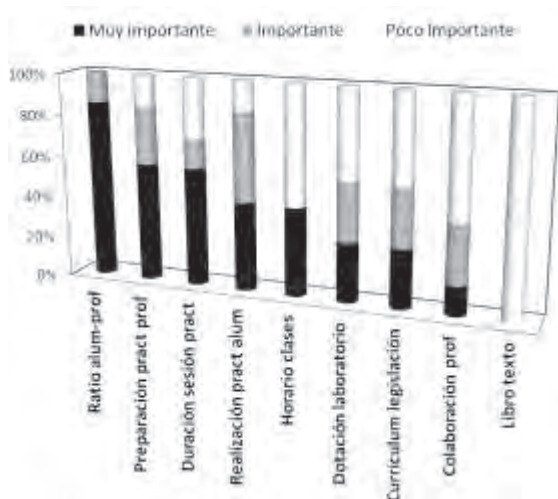


Gráfico 2. Principales inconvenientes de los trabajos prácticos sin EXAO

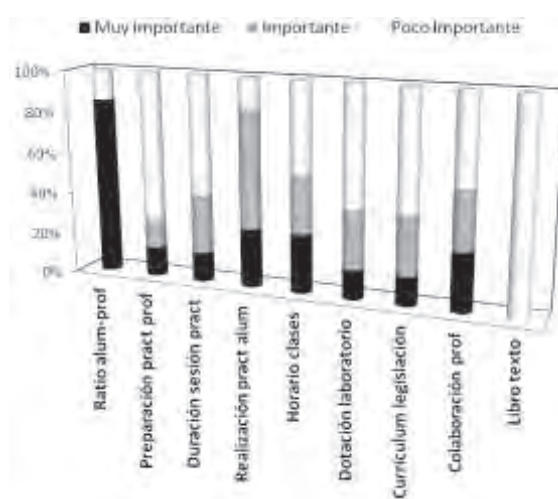


Gráfico 3. Principales inconvenientes de los trabajos prácticos con EXAO

Estos resultados se cruzarán con los obtenidos en entrevistas realizadas a dos profesores y con el análisis de las videograbaciones de las sesiones de evaluación del curso en el que participaron los profesores (Pino, 2011).

⁴ Por cuestiones de espacio, los resultados de las respuestas abiertas sobre el diseño de la secuencia de actividades prácticas se mostrarán en la presentación oral.8

7. A MODO DE CONCLUSIONES

Si comparamos los gráficos 2 y 3, observamos que, para el profesorado participante, el uso de EXAO permite dedicar más tiempo a que el alumnado formule preguntas y use modelos científicos para explicar los fenómenos, como así se muestra en sus respuestas sobre los inconvenientes que se ven mitigados con el uso de EXAO. El origen de estas respuestas puede estar en que, para este profesorado, esta tecnología dota de inmediatez y realidad a la obtención de datos en el laboratorio. Un resultado a tener en cuenta es que la importancia concedida a la dotación del laboratorio, realización práctica por parte del alumnado y la preparación de la práctica por el profesorado se reduce considerablemente, para estos profesores, por el hecho de utilizar esta tecnología.

8. BIBLIOGRAFÍA

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.

Boujaoude, S. B. y Jurdak, M. E. (2010). Integrating physics and math through Microcomputer-Based Laboratories (MBL): effects on discourse type, quality, and mathematization. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 1019-1047.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M. P. Jiménez (Coord.) y otros, *Enseñar Ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Editorial Graó.

Cano, M. y Cañal, P. (2006). Las actividades prácticas, en la práctica: ¿Qué opina el profesorado? *Alambique*, 47, 9-22.

Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 267-287). Alcoy: Ed. Marfil.

Ebenezer, J., Kaya, O. N. y Ebenezer, D. L. (2011). Engaging students in environmental research projects: perceptions of fluency with innovative technologies and levels of scientific inquiry abilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (1), 94-116.

Gil, D. y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163. Recuperado el 16 de Abril de 2011, de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21444/93407>

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.

Hofstein, A. y Lunetta, V. (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52 (2), 201-217.

Holstermann, N., Grube, D. y Bögeholz, D. (2010). Hands-on activities and their influence on students' interest. *Research in Science Education*, 40 (5), 743-757.

Lope, S., Domènec, M. y Guitart, J. (2009). *¿Hacia la adquisición de competencias con actividades MBL? VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias (ISSN 0212-4521)*. *Enseñanza de las ciencias*. Recuperado el 15 de enero de 2011, de <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1122-1128.pdf>

López, M. (2009). *Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo "CIPP"*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

Lunneta, V. (1998). The school science laboratory: historical perspectives and contexts for contemporary teaching. En Fraser, B. J. y Tobin, K. G. *International handbook of science education*, (pp. 249-262). Great Britain: Kluwer Academic Publishers.

Newton, L. R. (2000). Data-logging in practical science: research and reality. *International Journal of Science Education*, 22 (12), 1247-1259.

Payá, J. (1991). *Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física y química: un análisis crítico y una propuesta fundamentada*. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Valencia.

Pérez, O. J. (2001). *El uso de experimentos en tiempo real: estudio de casos de profesores de física de secundaria*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Pino, A. (2011). *Evaluación de la implementación de la tecnología EXAO en centros de secundaria andaluces: antecedentes y diseño de cuestionarios y entrevistas*. Trabajo fin de máster de investigación y evaluación didáctica en el aula para el desarrollo profesional docente, Universidad de Almería.

Pintó, R. y Saez, M. (2006). *Estado de la implantación del Aula de Nuevas Tecnologías en Catalunya en el 2004-05. XXII CONGRÉS: Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza. Recuperado el 14 de Febrero de 2011, de http://www.crecim.cat/portal/images/documents/congressos/2006/ENCUENTROS_DC_E_ZARAGOZA/articlePOSTRES/091.pdf

Reigosa, C. E. (2010). Una experiencia de resolución de problemas de física y química en el laboratorio de ESO. *Alambique*, 65, 110-116.

Russell, D., Lucas, K., y McRobbie, C. (1999). *Microprocessor based laboratory activities as catalysts for student construction of understanding in physics. Paper presented at the annual meeting of the Australian Association for Research in Education*, Melbourne. Recuperado el 10 de Febrero de 2011, de <http://www.aare.edu.au/99pap/luc99196.htm>

Russell, D. W., Lucas, K. B., y Mc Robbie, C. J. (2003). The role of the Microcomputer-Based Laboratory display in supporting the construction of new understandings in kinematics. *Research in Science Education*, 33, 217-243.

Tamir, P. (1991). Practical work in school science: an analysis of current practice. En: *Practical Science*. Gran Bretaña: Open University Press.

Weller, H. G. (1996). Assessing the impact of computer-based learning in science. *Journal of Research on Computing in Education*, 28, 461-485.

Woolnough, B., y Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge: University Press.

ANEXO I. Cuestionario para profesores sobre trabajos prácticos con y sin EXAO

Estimado profesor o profesora. Solicitamos tu colaboración en un trabajo de investigación cuyo objetivo es analizar la utilización de los trabajos prácticos en la Educación Secundaria. Para ello, te rogamos respondas a este cuestionario, que será procesado de forma anónima.

1. ¿Con qué frecuencia utilizas el laboratorio con tus alumnos para hacer demostraciones experimentales?
(Poner x)
Nunca, 1-3 veces al trimestre 1-3 veces al mes Con mayor frecuencia
2. ¿En qué temas y en qué cursos sueles realizar trabajos prácticos? Pon algún ejemplo de trabajo práctico que sueles realizar.
3. ¿Qué finalidades persigues con la realización de trabajos prácticos?

4. De los siguientes factores, señala cuáles crees que desarrollan más los trabajos prácticos (indica de forma numérica de 1-9 el orden de prioridad de estos factores).
 - a. Mejoran la motivación de los alumnos
 - b. Permiten una relación más directa con los fenómenos cotidianos
 - c. Animar a los alumnos a hacerse preguntas
 - d. Favorecen la construcción de modelos teóricos y su inmediata comprobación experimental
 - e. Favorece que los alumnos se aventuren a predecir resultados que esperan obtener
 - f. Favorecen la comprensión de conceptos científicos
 - g. Ayudan a introducir técnicas de análisis de datos
 - h. Permiten el acercamiento de los estudiantes a la metodología y los procedimientos propios de la indagación científica
 - i. Constituyen una oportunidad para el trabajo en equipo y el desarrollo de actitudes cooperativas
5. Señala qué inconvenientes y/o dificultades encuentras para realizar trabajos prácticos (indica de forma numérica de 1-10 el orden de mayor a menor inconveniente/dificultad)
 - a. El número de alumnos porque....
 - b. El tiempo de preparación (diseño, pruebas, montaje) porque....
 - c. El tiempo necesario para la realización del experimento, toma de datos y su posterior análisis porque....
 - d. La duración de las clases porque....
 - e. El horario de mis clases porque....
 - f. La colaboración de algún/a compañero/a porque....
 - g. La dotación del laboratorio de mi centro porque....
 - h. El currículum establecido por la ley porque....
 - i. El libro de texto porque....
 - j. Otros (cuál/es)..... porque....
6. Cuando diseñas una práctica de laboratorio, ¿qué epígrafes te parecen imprescindibles?
 - a. Una fundamentación teórica inicial
 - b. Planteamiento inicial de conflictos
 - c. Que los alumnos tengan la oportunidad de plantear problemas o formular preguntas
 - d. Que cada grupo elabore su propio experimento
 - e. Planteamiento de hipótesis a contrastar
 - f. Que los alumnos tengan la oportunidad de diseñar el experimento para contrastar sus hipótesis.
 - g. Uso de un modelo científico para explicar el fenómeno sucedido
 - h. Otros... Indica cuáles
7. ¿Por qué te apuntaste al curso de formación del Parque de las Ciencias? ¿qué esperabas de él?
8. ¿Te ha resultado productivo? ¿Qué momento destacarías como el más provechoso? ¿Por qué fue tan provechoso?
9. ¿Introducirás LabQuest para la realización de trabajos prácticos con tus alumnos? ¿En qué temas y en qué cursos crees que podrías utilizarlo?
10. De los siguientes factores, señala **sólo aquellos que consideres se verán favorecidos** por el uso del LabQuest en vez de los trabajos prácticos habituales:
 - a. Mejoran la motivación de los alumnos
 - b. Permiten una relación más directa con los fenómenos cotidianos
 - c. Animar a los alumnos a hacerse preguntas
 - d. Favorecen la construcción de modelos teóricos y su inmediata comprobación experimental
 - e. Favorece que los alumnos se aventuren a predecir resultados que esperan obtener
 - f. Favorecen la comprensión de conceptos científicos
 - g. Ayudan a introducir técnicas de análisis de datos
 - h. Permiten el acercamiento de los estudiantes a la metodología y los procedimientos propios de la indagación científica
 - i. Constituyen una oportunidad para el trabajo en equipo y el desarrollo de actitudes cooperativas
11. De los siguientes inconvenientes y/o dificultades, señala **sólo aquellos que consideres se verán favorecidos** por el uso del LabQuest en vez de los trabajos prácticos habituales:
 - a. El número de alumnos porque....
 - b. El tiempo de preparación (diseño, pruebas, montaje) porque....
 - c. La duración de las clases porque....
 - d. El horario de mis clases porque....
 - e. La colaboración de algún/a compañero/a porque....
 - f. La dotación del laboratorio de mi centro porque....
 - g. El currículum establecido por la ley porque....
 - h. El libro de texto porque....

Conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros: un instrumento para detectarlo⁺

Rivero, A.¹, Martín del Pozo, R.², Solís, E.¹, Porlán, R.¹, Hamed, S.¹

¹*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla.*

²*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid*

arivero@us.es

RESUMEN

El conocimiento mayoritario de los profesores sobre la enseñanza de las ciencias es coherente con la cultura tradicional en la que han sido formados, coincide con los estereotipos sociales dominantes y está lejos de los planteamientos socioconstructivistas, críticos y relativistas que fundamentan los modelos de enseñanza de las ciencias más innovadores. El cambio de este conocimiento es un proceso difícil y complejo, que merece ser investigado. Por ello, hemos diseñado un cuestionario teniendo en cuenta dos referentes básicos: los niveles de partida habituales en los estudiantes de profesores –definidos a partir de los estudios en profundidad desarrollados con muestras pequeñas- y el nivel que consideramos deseable –el modelo teórico de enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar-. El uso de este instrumento al inicio y al final del desarrollo de estrategias formativas que aborden los problemas curriculares fundamentales (qué enseñar y para qué, qué tareas poner en marcha en la clase, cómo hacer un seguimiento de la evolución de la clase y del aprendizaje de los alumnos) permite obtener resultados acerca de los cambios posibles en la formación inicial del profesorado en relación a la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave

Formación inicial del profesorado, Conocimiento Didáctico del Contenido, Cambio Profesional, Instrumentos metodológicos.

INTRODUCCIÓN

Desde los años ochenta, la investigación centrada en el pensamiento y en la práctica profesional de los profesores nos está permitiendo apreciar la complejidad de la enseñanza y del conocimiento profesional necesario para ejercerla.

Una revisión de estos estudios revela que los profesores de ciencias, mayoritariamente, suelen tener una visión absolutista del conocimiento, que les lleva a considerar que los

⁺ Esta comunicación es parte del 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)

contenidos escolares tienen como única referencia el conocimiento disciplinar, y a entender éste como un conjunto acumulativo de verdades inmutables. En coherencia con lo anterior, la enseñanza de las ciencias la suelen concebir como un proceso de transmisión directa de los contenidos, y el aprendizaje como la incorporación formal y mecánica de los mismos a la mente de los alumnos, ignorando la existencia de sus ideas espontáneas (Peterson y Treagust, 1998; Meyer et al., 1999; Haefner y Zembal-Saul, 2004; Pozo et al., 2006; Cheng et al., 2009); aunque también se detectan, en menos ocasiones, enfoques coherentes con la idea de descubrimiento, o incluso próximos al constructivismo (Gustafson y Rowel, 1995; Skamp y Muller, 2001).

Los resultados de nuestros estudios ponen de relieve que las concepciones mayoritarias de los profesores de ciencias son coherentes con la cultura tradicional en la que han sido formados, coincide con los estereotipos sociales dominantes sobre la enseñanza y el aprendizaje escolar, y están lejos de los planteamientos socioconstructivistas, críticos y relativistas que fundamentan los modelos didácticos más innovadores (Porlán y Rivero, 1998; Porlán y Martín del Pozo, 2002; 2004).

Como equipo de formación e investigación, en los últimos años nos hemos centrado en el estudio de la *progresión del conocimiento didáctico* de los futuros maestros de Primaria cuando participan en procesos de formación coherentes con modelos formativos de orientación constructivista y con el que pretendemos aproximarlos a enfoques de la enseñanza de las ciencias basados en la investigación de los alumnos (*Inquiry-based Science Education*). Se trata de una línea de trabajo en la que, como señala Abell (2007), es necesario profundizar: “*aunque enfatizamos en los programas de formación de profesores la enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar, tenemos poco conocimiento empírico de qué es lo que los profesores aprenden. Las investigaciones sobre el conocimiento de los profesores acerca de estrategias de enseñanza basadas en la investigación no están suficientemente desarrolladas. Necesitamos más investigaciones examinando qué es lo que comprenden los profesores acerca de las estrategias investigadoras y los modelos de enseñanza de las ciencias y cómo transfieren su conocimiento a la instrucción*” (p. 1130).

Diversos autores han abordado la idea de progresión del conocimiento, tanto de los alumnos, como de los profesores. En este último caso, Zembal-Saul et al. (2002) presentan una progresión sobre la idea de enseñanza por investigación con cuatro niveles: no hay proceso de investigación de los alumnos; hay proceso de investigación pero el problema, el método y el resultado están predeterminados; el problema está definido pero el proceso se deja abierto; y el problema y el proceso están abiertos. Desde el punto de vista formativo, Mellado (2001) concibe el cambio del profesorado de ciencias como una evolución gradual debido a los *obstáculos* que aparecen. Al analizarlos, distingue entre los relativos al contexto (organización de los centros, baja consideración social del profesorado, etc.) y los relativos a los propios docentes (concepciones epistemológicas, mitos culturales como la idea de que enseñar es explicar contenidos o la de que aprender es retener lo estudiado, etc.). Para Haefner y Zembal-Saul (2004) una comprensión limitada y no realista de las necesidades de aprendizaje de los alumnos suele ser un fuerte obstáculo en la construcción del conocimiento didáctico.

El cambio profesional es, pues, un proceso complejo y gradual. Como señalan Flores et al. (2000), pasar de posiciones tradicionales a posiciones constructivistas e investigativas es un proceso difícil y complejo que exige transiciones; investigarlas es una estrategia prometedora para ayudar a que las nuevas ideas estén más presentes en la práctica.

En coherencia con ello, nuestro equipo está trabajando en la definición de niveles de conocimiento de los futuros profesores (lo que aprenden cuando les enseñamos) y los obstáculos que dificultan el paso de unos a otros, tratando de establecer hipótesis sobre la evolución de los sujetos en forma de *Itinerarios de Progresión* (Porlán et al., 2010; 2011; Martín del Pozo, Porlán y Rivero, 2011; Rivero et al., 2011). Esta definición exige desarrollar estudios cualitativos que nos aporten información detallada y en profundidad, pero no queremos renunciar a los estudios con muestras más amplias que nos permitan llegar a conclusiones de mayor alcance.

Por ello hemos diseñado un cuestionario tipo Likert sobre la enseñanza de las ciencias teniendo en cuenta dos referentes básicos: los niveles de partida habituales en los estudiantes de profesores –definidos a partir de los estudios en profundidad que hemos desarrollado ya con muestras pequeñas- y el nivel que consideramos deseable –el modelo teórico de enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar-. Las subcategorías estudiadas se han seleccionado teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el estudio con muestras pequeñas, de manera que las que incluimos en el cuestionario son las más influyentes en la diferenciación de los distintos niveles respecto a cada categoría.

Para la formulación de los ítems hemos partido del cuestionario Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas, INPECIP (Porlán, 1986) y también hemos tenido en cuenta otros instrumentos elaborados para indagar el conocimiento didáctico del profesorado sobre la enseñanza de las ciencias, como el Professional and Pedagogical experience Repertoire (PaP-eR) (Loughran, Mulhall & Berry, 2004), u otros cuestionarios sobre la misma temática (Martínez et al., 2001).

Nuestra pretensión es usar este instrumento al inicio y al final del desarrollo en distintos contextos de estrategias formativas en las que los futuros maestros aprendan a cuestionar sus planteamientos en relación con los problemas curriculares fundamentales (qué enseñar y para qué, qué tareas poner en marcha en la clase, cómo hacer un seguimiento de la evolución de la clase y del aprendizaje de los alumnos, etc.) e inicien cambios sólidos hacia un conocimiento didáctico deseable. Con ello pretendemos obtener resultados acerca de los cambios posibles y habituales en la formación inicial del profesorado en relación a la enseñanza de las ciencias.

ESTRUCTURA DEL CUESTIONARIO

El diseño del cuestionario sigue una escala de actitud tipo Likert con 6 valores (Morales Vallejo, 2011) que tiene como título “*Cuestionario sobre el conocimiento acerca de la enseñanza- aprendizaje de la ciencia*”. Es un instrumento de medición que permite recoger las concepciones que tienen los estudiantes de profesorado sobre el conocimiento acerca de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. La estructura que sigue es la siguiente:

La primera parte del cuestionario comienza con una introducción donde se explicita el objetivo, la finalidad y la garantía de anonimato o de confidencialidad del mismo. En la segunda parte, aparece un apartado de datos demográficos para conocer información personal del entrevistado (edad, sexo,...). En la tercera parte, aparecen las instrucciones necesarias de cómo debe responder el encuestado según su grado de desacuerdo o acuerdo de las afirmaciones planteadas, siendo el 1 el valor mínimo o de completo desacuerdo, 2 desacuerdo, 3 tendente al desacuerdo, 4 tendente al acuerdo, 5 de acuerdo y 6 el valor máximo o de completo acuerdo. Y, por último, en la cuarta parte aparecen las afirmaciones o ítems que siguen dicha escala.

Las cuatro categorías consideradas para el estudio son los Contenidos escolares, las Ideas de los Alumnos, Metodología de enseñanza y Evaluación de la enseñanza-aprendizaje que, a su vez, se subdividen en tres subcategorías cada una. En cada subcategoría se han redactado 4 ítems, dos de ellos presentan un enunciado coincidente con lo que consideramos el habitual *nivel de partida* de los estudiantes de Magisterio (identificado con un Modelo Tradicional o con un Modelo Tecnológico) y otros dos con el que denominamos el *nivel de referencia* (coincidentes con un Modelo de Investigación Escolar). El cuestionario consta, por tanto, de 48 ítems (ver Cuadro 1).

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	ÍTEMES
1.- Contenidos	1.1.- Formulación/Presentación de los contenidos	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
	1.2.- Selección de los contenidos	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
	1.3.- Tipos de contenidos	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
2.- Ideas de los alumnos	2.1.- Naturaleza de las ideas de los alumnos	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
	2.2.- Cambio de las ideas de los alumnos	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
	2.3.- Utilización didáctica de las ideas de los alumnos	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
3.- Metodología	3.1.- Sentido de actividad	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
	3.2.- Tipos de actividades	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
	3.3.- Secuencia metodológica	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
4.-Evaluación	4.1.- Sentido de evaluación	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
	4.2.- Criterios de evaluación	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia
	4.3.- Instrumentos de evaluación	2 ítems - Nivel de partida
		2 ítems - Nivel de referencia

Cuadro 1. Estructura del Cuestionario

VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

Expertos participantes y protocolo de valoración

Para confirmar que el Cuestionario recoge la información que se pretende investigar y tener garantía de que se ha realizado adecuadamente con preguntas claras y relevantes, se ha sometido a validación por un juicio de expertos (valoración por 8 expertos en Didáctica de las Ciencias -4 Catedráticos, 2 Profesores Titulares y 2 Profesores ambos de Enseñanza Secundaria y Asociados-) de manera que expresen su puntuación numérica de 1 a 5, considerando dos criterios definidos previamente (ver Cuadro 2). El valor 1 indica la mínima pertinencia o claridad en el ítem, mientras que el 5 indica el máximo valor en dichos criterios.

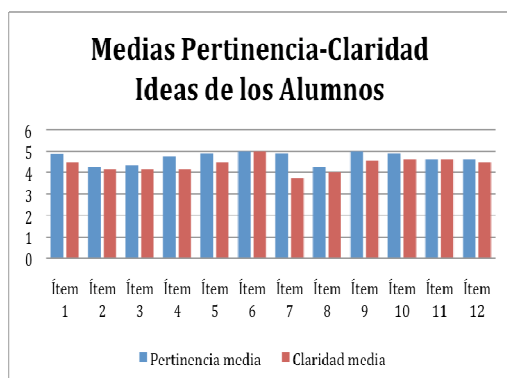
PERTINENCIA:	Grado en el que el ítem resulta adecuado para el modelo, categoría y subcategoría en el que se incluye
CLARIDAD:	Grado en el que el ítem será comprendido fácilmente por los sujetos, dada su claridad y precisión

Cuadro 2. Criterios de validación.

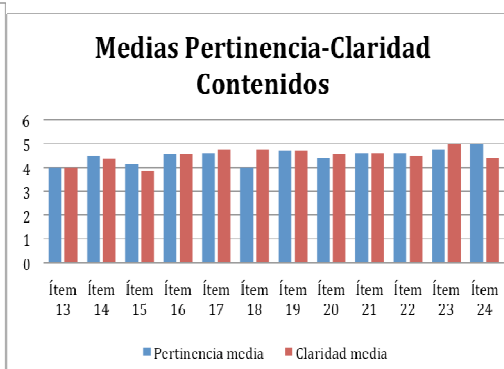
Igualmente, se ha proporcionado un apartado de observaciones o sugerencias de alternativas para la reformulación de los ítems que se consideren inadecuados por su falta de claridad y/o pertinencia. También se ha realizado una sesión o estudio piloto con un grupo de estudiantes del Grado de Magisterio para comprobar que las afirmaciones expuestas se han comprendido con claridad y precisión para la correcta reelaboración final del Cuestionario y permitir su posible aplicación.

Valoraciones obtenidas y modificaciones introducidas en el Cuestionario

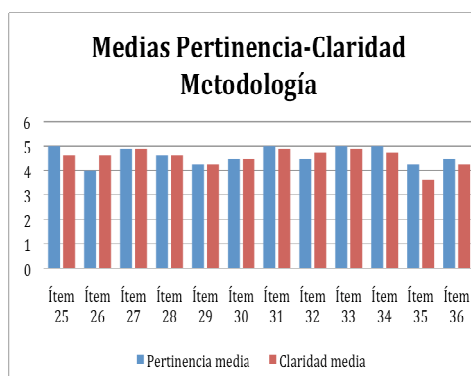
Previamente a las modificaciones del instrumento diseñado se ha establecido una valoración de referencia de cuatro, de manera que, por encima de ésta se considera que un determinado ítem es pertinente y claro. Posteriormente, se trataron todas las puntuaciones numéricas de los expertos con el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), obteniéndose las medias y desviaciones típicas de todas las afirmaciones (ver Cuadro 4a, 4b, 4c, 4d). Como podemos ver, aparecen tres ítems por debajo, aunque próximos, al valor cuatro en claridad, que han sido modificados. Asimismo, contando con la información aportada por las desviaciones típicas de cada pregunta, junto con todas las observaciones y sugerencias recopiladas, tanto de expertos como de estudiantes, se han reformulado varios ítems más.



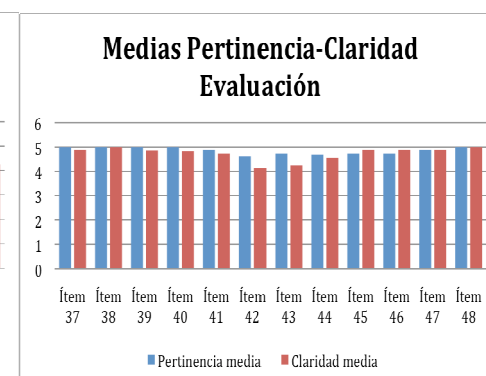
Cuadro 4a. Medias Pertinencia y Claridad de las Ideas de los Alumnos.



Cuadro 4b. Medias Pertinencia y Claridad de los Contenidos escolares.



Cuadro 4c. Medias Pertinencia y Claridad de la Metodología de enseñanza.



Cuadro 4d. Medias Pertinencia y Claridad de la Evaluación de la enseñanza-aprendizaje.

El cuestionario definitivo puede verse en el ANEXO 1.

CONCLUSIONES

En este momento no podemos ofrecer conclusiones sobre la potencialidad del cuestionario para conocer el conocimiento didáctico de los futuros profesores sobre la enseñanza de las ciencias, así como para detectar cambios a lo largo de un curso. Esperamos hacerlo próximamente, de manera que en el momento de celebración de los Encuentros ofreceremos algunos avances en relación a este apartado.

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. Abell & N. Lederman (Eds), *Handbook of Research on science education* (pp. 1105-1149). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Cheng, M., Chan, K-W., Tang, S. y Cheng, A. (2009). Pre-service teacher education students' epistemological beliefs and their conceptions of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 25(2), 319-327.

Flores, F.; López, A.; Gallegos, L. & Barojas, J. (2000). Transforming science and learning concepts of physics teachers. *International Journal of Science Education*, 22(2), 197-208.

Gustafson, B.J., & Rowell, P.M. (1995). Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 17, 589-605

Haefner, L.A., & 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.

Loughran, J.; Mulhall, P. & 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.

Martín del Pozo, R., Porlán, R., & Rivero, A. (2011). The progression of prospective teachers' conceptions of school science content. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 291-312.

Martínez, M., Martín del Pozo, R., Rodrigo, M., Varela, P., Fernández, 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, 17-30.

Meyer, H., Tabachnick, R., Hewson, P., Lemberger, J., & Park, H. (1999). Relationships between prospective elementary teachers' classroom practice and their conceptions of biology and of teaching science. *Science Education* 83, 323-346.

Morales Vallejo, P. (2011). *Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Último acceso el 22 de marzo de 2012 desde <http://www.upcomillas.es/personal/peter/otrosdocumentos/Guiaparaconstruirescalasdeactitudes.pdf>

Peterson, R., & Treagust, D. (1998). Learning to teach Primary Science through problem-based learning. *Science Education*, 82, 215-237.

- Porlán, R., (1989). *Teoría del conocimiento, Teoría de la enseñanza y desarrollo profesional*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- Porlán, R. & Martín del Pozo, R. (2002). Spanish teachers' epistemological and scientific conceptions: implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 25(2/3), 151-169.
- Porlán, R. & Martín del Pozo, R. (2004). The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. *Journal of Science Teacher Education*, 15, 39-62.
- Porlán, R. & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., & 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., & Pizzato, M. (2011) El cambio del profesorado de ciencias II: Resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 413-426.
- Pozo, J.I., Scheuer, N., Pérez, M.P., Mateos, M., Martín, E. y De la Cruz, M. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Graó.
- Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., Martín del Pozo, R., & Harres, J. (2011). The Progression of Prospective Primary Teachers' Conceptions of the Methodology of Teaching. *Research in Science Education*, 41(5), 739-769.
- Skamp, K., y Muller, A. (2001). Student teachers' conceptions about effective primary science teaching: a longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 23(4), 331-351.
- Zemal-Saul, C., Haefner, L., Avraamidou, L., Severs, M. y Dana, T. (2002). Web-based portfolios: a vehicle for examining prospective elementary teachers' developing understandings of teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 13(4), 283-302.

ANEXO 1:

CUESTIONARIO SOBRE EL CONOCIMIENTO ACERCA DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

Este cuestionario pretende recoger el conocimiento que tienen los estudiantes del Grado de Maestros acerca de la enseñanza-aprendizaje de la Ciencia en Educación Primaria con la finalidad de ajustar las estrategias de formación de profesores a las características de dicho conocimiento.

El cuestionario es completamente anónimo. Te rogamos que respondas con la máxima sinceridad posible.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

DATOS DEMOGRÁFICOS:

Sexo:

- Hombre
 Mujer

Edad: _____

¿Es la primera vez que cursas Didáctica de las Ciencias?

- Sí
 No

¿Cuáles de las siguientes asignaturas has cursado en Bachillerato?

- Ciencias de la Tierra y del Medioambiente
 Biología
 Geología
 Matemáticas
 Física
 Química
 Ciencias del Mundo Contemporáneo

Te pedimos que marques un número del 1 al 6 en cada uno de los siguientes enunciados según el grado en que tu opinión o experiencia coincide con el mismo, teniendo en cuenta que **1 significa estar en completo desacuerdo y 6 completamente de acuerdo**. Para facilitar la lectura de los ítems se ha evitado la duplicidad de género (ej. alumno/alumna, profesor/profesora), debiendo entenderse el uso del masculino como genérico e incluyendo tanto a los alumnos como a las alumnas y a los profesores como a las profesoras.

Contenidos	Completo desacuerdo				Completo acuerdo
1. En la enseñanza de la ciencia, los contenidos deben ser relevantes para la vida cotidiana y la integración social de las personas	1	2	3	4	5 6
2.-Los contenidos de cada tema deberán formularse tal y como aparecen en los libros de texto	1	2	3	4	5 6
3.-En los contenidos científicos se deben considerar no solamente los conceptos, sino también los procedimientos y las actitudes	1	2	3	4	5 6
4.-Para los alumnos tiene más sentido investigar sobre problemas que les interesen que el habitual listado de temas	1	2	3	4	5 6
5.-Los contenidos escolares de ciencias son una versión simplificada de los contenidos más importantes del conocimiento científico	1	2	3	4	5 6
6.-Los contenidos científicos deben incluir los procesos característicos de la actividad científica (observación, hipótesis, etc.)	1	2	3	4	5 6
7.-Los libros de texto realizan una buena selección de los contenidos a enseñar, por lo que el profesor no tiene que realizar esta tarea	1	2	3	4	5 6
8.-Para seleccionar y secuenciar los contenidos escolares de ciencias hay que tener en cuenta varios referentes (las ideas de los alumnos, la historia de la ciencia, el contexto en el que vive el alumno,...)	1	2	3	4	5 6
9.-En las aulas se deben enseñar los contenidos de tipo conceptual (datos, leyes, teorías,...), ya que son los contenidos científicos esenciales	1	2	3	4	5 6
10.-Los llamados contenidos procedimentales y actitudinales no tienen mucho interés en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias	1	2	3	4	5 6
11.-Los contenidos escolares son una forma peculiar de conocimiento, distinta al conocimiento científico y al conocimiento cotidiano	1	2	3	4	5 6
12.-Los contenidos se deben presentar a los alumnos con la misma organización y secuencia que se estudian en la universidad	1	2	3	4	5 6

Ideas de los Alumnos	Completo desacuerdo	Completo acuerdo
13.-Los alumnos interpretan personalmente la información que perciben de la realidad	1 2 3 4 5 6	
14.-Los alumnos aprenden cuando incorporan mentalmente los contenidos científicos enseñados	1 2 3 4 5 6	
15.-La exploración de las ideas de los alumnos se debe realizar al inicio de un tema para determinar el nivel de partida	1 2 3 4 5 6	
16.-El debate de las ideas e intereses de los alumnos a lo largo de todo el proceso de enseñanza es imprescindible para aprender ciencias	1 2 3 4 5 6	
17.-El aprendizaje ocurre cuando los errores conceptuales de los alumnos son sustituidos por ideas científicas correctas	1 2 3 4 5 6	
18.-Los resultados de la exploración inicial de las ideas de los alumnos respecto a un tema concreto interesan únicamente al profesor	1 2 3 4 5 6	
19.-Aprender implica reelaborar las ideas propias de forma progresiva a través de la interacción con distintas fuentes de información	1 2 3 4 5 6	
20.-La manifestación de ideas e intereses de los alumnos a lo largo de la enseñanza de un tema provocan cambios en la planificación docente	1 2 3 4 5 6	
21.-El aprendizaje de los alumnos puede ser diferente del previsto por el profesor aunque la enseñanza esté muy bien fundamentada	1 2 3 4 5 6	
22.-Las ideas que los alumnos usan habitualmente en su vida cotidiana constituyen un conocimiento alternativo al conocimiento científico	1 2 3 4 5 6	
23.-Los alumnos no tienen capacidad para elaborar espontáneamente, por ellos mismos, ideas acerca del mundo natural y social que les rodea	1 2 3 4 5 6	
24.-Las ideas de los alumnos sobre los conceptos de ciencias suelen ser erróneas y de poca utilidad	1 2 3 4 5 6	
Metodología	Completo desacuerdo	Completo acuerdo
25.-Las actividades son situaciones para aclarar, reforzar o comprobar la teoría	1 2 3 4 5 6	
26.-Las actividades deben ser diversas, de forma que respondan a la finalidad educativa, el contenido tratado y las características de los alumnos	1 2 3 4 5 6	
27.-La investigación en el aula de problemas interesantes para el alumno fomenta el aprendizaje de contenidos concretos	1 2 3 4 5 6	
28.-La secuencia de las actividades viene determinada exclusivamente por el orden en el que se pretenden enseñar los contenidos	1 2 3 4 5 6	
29.-La explicación verbal de los temas es la actividad básica para que el alumno aprenda los contenidos a enseñar	1 2 3 4 5 6	
30.-Las actividades pretenden facilitar que el alumno construya los conocimientos	1 2 3 4 5 6	
31.-Las actividades que se proponen en un buen libro de texto son imprescindibles y suficientes para la enseñanza de las ciencias	1 2 3 4 5 6	
32.-Para que los alumnos puedan realizar actividades, primero hay que proporcionarles una base teórica	1 2 3 4 5 6	
33.-Las experiencias prácticas son actividades imprescindibles para la construcción de conocimientos significativos por el alumno	1 2 3 4 5 6	
34.-Las actividades deben ordenarse de manera que faciliten la evolución de las ideas de los alumnos sobre los contenidos de enseñanza	1 2 3 4 5 6	
35.-Las actividades deben generar un ambiente y dinámica en el aula que potencie la interacción entre los alumnos y de estos con distintas fuentes de información	1 2 3 4 5 6	
36.-Con las actividades se consigue que los alumnos estén ocupados y que exista un ambiente de "orden" en el aula	1 2 3 4 5 6	

Evaluación	Completo desacuerdo			Completo acuerdo		
37.-En la evaluación debe preocuparnos tanto el aprendizaje como la enseñanza	1	2	3	4	5	6
38. La corrección de un examen la debe realizar el profesor sin conocer al autor para evitar influencias en la calificación	1	2	3	4	5	6
39.-En la evaluación debe utilizarse el máximo número de instrumentos posible (cuadernos de clase, registros de participación, trabajo en el laboratorio, informes de autoevaluación, etc.)	1	2	3	4	5	6
40.-Cuando se evalúa a los alumnos se debe considerar el aprendizaje de procedimientos y actitudes, además del de conceptos	1	2	3	4	5	6
41.- La evaluación es necesaria, fundamentalmente, para decidir sobre la promoción del alumno	1	2	3	4	5	6
42.-La evaluación es un instrumento básico para comprender y mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje	1	2	3	4	5	6
43.-El nivel que deben alcanzar los alumnos en el momento de la evaluación es el fijado en la programación del profesor	1	2	3	4	5	6
44.-El instrumento básico y más fiable para la evaluación de los aprendizajes es el examen escrito	1	2	3	4	5	6
45.-En una evaluación lo fundamental es determinar el nivel alcanzado en los aprendizajes conceptuales del alumno	1	2	3	4	5	6
46.-Se deben preparar instrumentos de evaluación para evaluar a los alumnos, al profesor y a la enseñanza desarrollada	1	2	3	4	5	6
47.-Los alumnos deben ser evaluados positivamente si hay una evolución significativa de sus propias ideas aunque estas no lleguen a la formulación más adecuada	1	2	3	4	5	6
48.-La evaluación debe centrarse en medir el nivel alcanzado por los alumnos respecto a los objetivos previstos	1	2	3	4	5	6

Ciencias para el Mundo Contemporáneo: ¿qué sabe el alumnado que no es de ciencias?

Romero, F. y de Pro Bueno, A.

Dpto. de Didáctica Ciencias Experimentales. Universidad Murcia.

pacorom@um.es

RESUMEN

La asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CpMC) apareció como una materia común para todo el alumnado del Bachillerato. Con ella, se pretendía ampliar la formación científica de los ciudadanos de cara a reflexionar, comprender, opinar, tomar decisiones... en cuestiones de gran relevancia en su vida personal y social. Esta finalidad se ha encontrado una realidad no tan deseable: los conocimientos y creencias de estudiantes que no son “entusiastas” de las ciencias. En este trabajo queremos saber qué piensan y cómo utilizan sus conocimientos sobre los problemas energéticos.

Palabras clave

Bachillerato. Ciencias Mundo Contemporáneo. Recursos energéticos. Conocimientos y creencias del alumnado.

FUNDAMENTACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

En trabajos anteriores (Pro, 2008a; 2008b) aplaudíamos la presencia de la nueva asignatura CpMC en el Bachillerato. Entonces realizamos algunas consideraciones:

- que, al ser común a todo el alumnado del Bachillerato, la debían cursar los que habían elegido ciencias en 4º de ESO o en el propio Bachillerato (presumiblemente estudiantes que no les había ido mal con las ciencias, que podían tener interés por los temas de carácter científico, que tenía un cierto conocimiento de las mismas...) y otros con características antagónicas respecto a los anteriores.
- que no era una materia propedéutica ni formaba parte de la “locura” de las PAUs, lo cual tenía dos consecuencias: la positiva que no teníamos que estar pendientes de exigencias contextuales y curriculares de “otros”; la negativa que podía percibirse como una materia “complementaria” por el alumnado... y por el profesorado de los IES.
- que incluía temáticas con un componente científico -suponiendo que haya contenidos “puros” de esta naturaleza en la educación obligatoria- y que conllevaban aspectos sociales, políticos, ideológicos..., diferentes a los que habitualmente se trabajan en las clases de ciencias pero paradójicamente mucho más cercanos a la ciencia de la calle (de internet, de las noticias, de la publicidad, de los debates, de las películas...).
- que predominaban la adquisición de contenidos procedimentales (identificación e interpretación de ideas en diferentes contextos, búsqueda de información o de significados, realización de explicaciones y argumentaciones, establecimiento de inferencias y conclusiones a partir de datos y pruebas, formulación de predicciones y conjeturas, análisis de situaciones...) y actitudinales (curiosidad, tolerancia, rigor, coherencia en los razonamientos, valoración de la importancia en la vida cotidiana...).

- que, a la vista de las exigencias de lo que había que enseñar y de lo que “sabíamos” sobre ello, dos acciones parecían obligadas: estudiar (por la necesidad de actualizar y ampliar nuestros conocimientos) y cooperar (para rentabilizar mejor los esfuerzos).
- que la Administración debía clarificar que se pretendía apoyando la difusión de propuestas, los intercambios de experiencias entre los profesores implicados, la realización de actividades de formación... ya que se podía ser una gran oportunidad para cambiar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Es indudable que la realidad “ha matizado” mucho las expectativas: la reducción a dos horas es, sin duda, un síntoma de la valía que tiene la materia para nuestros diseñadores curriculares; la “asimetría” en la participación del profesorado de Física y Química respecto al de Biología y Geología resulta preocupante; quizás, se he mejorado, en ocasiones, la visión que el alumnado tenía de las ciencias... Pero, en cualquier caso, nuestro reto sigue siendo: cómo trasladar los conocimientos y las intenciones de esta materia a un alumnado tan heterogéneo como el que tenemos (Torres y Romero, 2012).

Desde una perspectiva constructivista del aprendizaje, es necesario conocer qué piensa, sabe y siente el alumnado para construir sus nuevos aprendizajes. Por ello, nos planteamos: *¿Qué sabe y cómo utiliza sus conocimientos y creencias un grupo de alumnos que no realizan el Bachillerato de Ciencias ante cuestiones sobre la problemática de los recursos energéticos?*

REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL TEMA

El currículum oficial plantea contenidos en relación con el tema: problemas energéticos, el consumo, el ahorro, las fuentes de energía... En la Figura 1 los sintetizamos.



Figura 1. Contenidos del currículum oficial

Por otro lado, hemos de considerar las aportaciones sobre los problemas y obstáculos de aprendizaje de estos conocimientos. Ya compilamos algunas en trabajos anteriores (Pro, 2009). Sólo queremos resaltar alguna de ellas:

- asocian energía-fuerza, energía-movimiento o energía-actividad; identifican la energía es como una sustancia de los sistemas (se gana, se pierde, se cambia, se gasta...).
- en el ámbito académico la energía es la capacidad para realizar un trabajo mecánico pero realmente no comprenden su significado.

- tienen problemas de comprensión de los principios de conservación y degradación y, mucho más, al aplicarlo a los problemas cotidianos.
- reconocen los problemas energéticos que les afectan (sube la gasolina de las motos, todo se encarece, dependemos del petróleo...) pero no su alcance; se puede resumir en una frase: “si hay problemas con la energía, que se produzca más”.

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo forma parte de otro más amplio en el que diseñamos, aplicamos y evaluamos la unidad didáctica “Recursos energéticos: consumo y ahorro” (Pro, 2008b). Sólo nos ocupamos de los conocimientos y creencias iniciales de un grupo de alumnos.

Los participantes fueron 22 estudiantes de 1º de Bachillerato de Artes Plásticas, Diseño e Imagen; es decir, alumnos sin ninguna expectativa de seguir estudios de Ciencias y que, en algún caso, habían optado por esta modalidad precisamente por no impartirse en ella ninguna materia de ciencias ni de matemáticas. La mayoría son vecinos de una localidad cercana a Murcia. Doce son chicas y diez chicos. Su procedencia social era muy variada: padres con profesiones liberales -los menos- funcionarios (docentes), empleados, etc. Dos de las chicas eran extranjeras (de América del Sur). Dada la finalidad del trabajo no pretendemos evidentemente generalizar los resultados.

Utilizamos un cuestionario sencillo que recogemos en el Anexo. Debían posicionarse de forma argumentada ante unas afirmaciones sobre la energía, valorar la magnitud “energética” de fenómenos como una explosión nuclear o un terremoto, y realizar predicciones sobre la importancia de la energía en nuestras vidas.

RESULTADOS

Mantenemos la división por ítem. En las Tablas, se indican las ideas y sus frecuencias.

En el ítem 1.1 debían posicionarse ante la afirmación - “la energía es algo que tienen los objetos en su interior”- y justificarlo; uno no contestó. Las respuestas aparecen Tabla 1.

Ideas aparecidas	f
No, la energía no está en el interior de los objetos	4
No, la energía no se contiene en un cuerpo sino que se transforma y se transmite.	2
No, porque se obtiene transformando el objeto en energía.	1
No, la energía no se tiene o no, simplemente está. + No, porque la energía no puede ser contenida.	2
Es falso, la energía se produce por distintos medios, los cuales hacen que los objetos realicen su función.	1
Sí, la materia está compuesta de átomos y éstos son energía (electrones, protones, neutrones) + Sí, cualquier persona u objeto está compuesta de materia y átomos que se atraen o se repelen.	3
Sí, los objetos son energía y materia. Lo que ocupa un lugar es materia y energía + Sí, toda la materia es energía.	5
Sí, todo cuerpo tiene energía en su interior	2
La energía es el chakra que tenemos por lo que sí la tenemos en nuestro interior.	1

Tabla 1. Resultados ítem 1.1

La idea con mayor presencia es “Los objetos son energía y materia... Toda la materia es energía” (5/22) a la que podemos añadir que “la materia está formada por átomos y éstos son energía” (3/22); en éstas parecen estar de acuerdo. Hay quienes afirman, sin más, que todo cuerpo tiene energía en su interior y uno la asocia al “chakra”.

Otros dicen o parecen decir su desacuerdo; algunos no dan razones (4/22) o tratan de precisar o jugar con la frase “*no se contiene, sólo se trasforma y se trasmite*”, “*no puede ser contenida*”, “*la energía se produce por distintos medios, los cuales hacen que los objetos realicen su función*”, “*no se tiene, simplemente está*”...

Los resultados del ítem 1.2 -“la energía es algo asociado a la actividad o al movimiento. Si un objeto está parado o quieto, no tiene energía”- se recogen en la Tabla 2.

Ideas aparecidas	f
No, la energía no es algo que está solo asociado a la actividad y al movimiento. Un objeto puede tener energía y estar parado, podría tener energía potencial, térmica...	4
No, porque aunque esté parado sus protones siguen en movimiento + No, aunque un objeto esté quieto sigue conteniendo energía, moviéndose en su interior miles o millones de moléculas + <i>Similares</i>	3
No, la energía, nuestro chakra, siempre está fluyendo.	1
No, porque aunque esté quieto, la energía sigue ahí + La energía siempre está ahí, se desarrolle o no + La materia con o sin movimiento contiene energía + Sí tiene, aunque no se mueve todo está compuesto de la misma materia	8
Falso, solamente está en un estado que la hace manifestarse de esa forma.	1
No tiene nada que ver, no afecta que un objeto esté parado o quieto, porque un objeto quieto emite energía.	1
No, porque al no poder contener energía, el objeto no la tiene, ni quieto ni en movimiento.	1
Sí, porque la energía se da cuando un cuerpo está en movimiento + Si un objeto está parado o quieto no tiene por qué tener energía + No puede tener energía, por no representarla con movimiento o actividad.	3

Tabla 2. Resultados ítem 1.2

Una amplia mayoría (19/22) está en desacuerdo. La razón más esgrimida (8/22) es confusa: “*aunque esté quieto, la energía sigue ahí*”, “*se desarrolle o no*” pues “*todo está compuesto de la misma materia*”; a esta ambigüedad podríamos añadirle “*solamente está en un estado que la hace manifestarse de esa forma*”, “*un objeto quieto emite energía*”... Quizás, la más aceptable sería: “*no es algo que está solo asociado a la actividad y al movimiento... podría tener energía potencial, térmica*” (4/22) e, incluso, con matices “*aunque esté parado, sus protones siguen en movimiento*” (3/22).

En sentido contrario, nos encontramos con los que afirman que la energía sólo se da cuando un cuerpo está en movimiento (3/22) pero no dan razones que lo justifiquen.

Los resultados del ítem 2 -dónde se produce más energía en la explosión de una bomba atómica, en una lanzadera o en un terremoto- se recogen en la Tabla 3; uno no contestó.

Ideas aparecidas	f
En la bomba atómica + No me baso en nada + Supongo que en una bomba atómica + En la explosión de la bomba atómica creo yo. Es donde más energía pienso que hay, además más comprimida.	6
La bomba atómica. Al explotar desprende más electrones que se van fundiendo con los de su entorno.	1
Creo que en un terremoto, porque aunque no se produce energía, ésta se transforma a muy gran escala.	1
En un terremoto se producen más energía + Un terremoto, aunque dependería de la magnitud del mismo + <i>Similares</i>	5
Una lanzadera, porque para alzarla al espacio hace falta mucha energía + <i>Similares</i>	2
Todos producen la misma energía + En las tres la misma energía, porque ésta ni se crea ni se destruye.	3
No se produce energía, sino que se transforma.	2
No sabría decidir cuál tiene más.	1

Tabla 3. Resultados ítem 2

La mayor parte optan por una opción pero sin justificarlo (7/22 por la explosión de la bomba atómica, 6/22 por el terremoto y 2/22 por la lanzadera); podríamos añadirle el

que no tiene una opinión formada. Además, en la línea de ambigüedad intencionada, aparecen otras “*la bomba porque al explotar desprende más electrones...*”; “*en un terremoto porque, aunque no se produce energía, se transforma a gran escala*”...

Algunos utilizan el principio de conservación en sus explicaciones y afirman que se produce la misma energía (porque la energía ni se crea ni se destruye...). Otros, con sagacidad, que “*no se produce energía, sino que se transforma*”. Ninguno realiza una justificación clara (aunque fuera errónea).

Los resultados del ítem 3 –si la energía... sólo se transforma, ¿por qué hay que ahorrar energía?- aparecen en Tabla 4; algunos usaron dos argumentos.

Ideas aparecidas	f
Puede transformarse en otro tipo de energía no aprovechable (<i>ponen ejemplos</i>) + <i>Similares</i>	6
Los recursos que se utilizan para crearla están desapareciendo + Porque la forma de energía (ej. carbón) principal por la que producimos electricidad se puede acabar + La energía sí se transforma y hay que ahorrar energía porque se está acabando y si se acaba no se puede seguir transformando.	4
Hay tipos de energía que no son renovables y que, por lo tanto, cuando se acaben, no se pueden recuperar	5
La energía, aunque no se destruye, es costosa y dura bastante en producirse, en determinadas ocasiones.	1
La manera que hay de crear dicha energía es la que produce contaminación, de ahí viene el dicho “Hay que ahorrar energía” + Porque produce contaminación	5
Es la materia la que no se crea ni se destruye.	1
No sabría a ciencia cierta + Ni idea.	2

Tabla 4. Resultados ítem 3

Admiten que el ahorro es necesario (21/23) y los otros no se manifiestan en contra. Hay quienes utilizan el principio de degradación “*la energía puede transformarse en otro tipo de energía no aprovechable*” (6/22), poniendo o apoyándose en ejemplos.

Las alusiones a las energías renovables (5/22), a la escasez de los recursos (4/22), al coste económico de producción (1/22)... parecen “salidas coyunturales”. Entre ellas, las más deseables son aquellas que reconocen la contaminación (5/22).

El ítem 4 planteaba una solución del problema del consumo de energía -Prohibir que ningún país aumente el consumo de energía- y, a partir de ella, se planteaban unas cuestiones. El número respuestas en blanco es superior al de las otras cuestiones. Los resultados del 4.1 -¿Qué ocurriría?- se recogen en la Tabla 5; 7/22 no contestaron.

Ideas aparecidas	f
Se ahorraría y se pararía la contaminación.	1
Se mantendría un nivel de energía viable.	1
No sabría decirlo pero no creo que la cosa cambiase mucho	2
Habría un estancamiento de energía	1
No se produciría un desarrollo en los países, sino que mantendrían su nivel del mismo + No progresaríamos, porque la energía se gasta según el desarrollo de cada país + <i>Similares</i>	7
Si la población aumenta, faltaría energía + <i>Similares</i>	2
Se ahorraría energía pero habría que utilizar otros tipos de energía.	2

Tabla 5. Resultados ítem 4.1

En este caso, parece que la única idea claramente “favorable” es la que menciona una disminución de la contaminación. Otros hablan de una cierta estabilidad “*no cambiarían mucho las cosas*” y “*se mantendría un nivel de energía viable*”.

La idea mayoritaria es que habría un parón en el desarrollo de los países (7/22). Pero nuevamente aparecen ideas ambiguas o difíciles de comprender: “*si la población aumenta faltaría energía*”, “*se ahorraría energía pero habría que utilizar otros tipos de energía*”, “*habría un estancamiento de energía*”.... que ponen en juego la falta de concreción para responder, ya visto en otras cuestiones.

Los resultados del 4.2 -¿Mejoraría nuestra forma de vivir?- se recogen en la Tabla 6; 5/22 no contestaron.

Ideas aparecidas	f
Por una parte sí, por otra no. Cada vez hay más objetos que necesitan energía y si no se puede aumentar el consumo entonces nos tendríamos que parar y no crear más, ni nueva maquinaria.... + <i>Similares</i>	3
Sí, al contaminar menos, ganaríamos algo en salud. + Sí, habría menos contaminación. + Sí, habría menos contaminación. Mejor ritmo de vida.	5
A largo plazo sí. La producción de energía estaría controlada y tendríamos para más años + <i>Similares</i>	2
Mejor manera natural de vivir, consumiríamos menos.	1
No. Nuestra calidad de vida depende de la energía eléctrica. Estamos acostumbrados a usarla + <i>Similares</i>	2
No, pero ahorraríamos energía y mejoraría el medio ambiente	1
No estoy segura de saber contestar a esta pregunta.	2
Nos quedaríamos como estamos.	1

Tabla 6. Resultados item 4.2

No hay una opinión unánime; incluso, algunos no lo tienen claro (3/22). Hay quienes encuentran aspectos positivos en la prohibición y lo justifican por los beneficios en relación con la salud y el medio ambiente (5/22) o con un consumo apropiado: “*a largo plazo porque la producción de energía estaría controlada*” (2/22) y “*mejor manera natural de vivir, consumiríamos menos*” (1/22).

Pero hay un grupo que se manifiesta claramente en contra de la medida: “*cada vez hay más objetos que necesitan energía y si no se puede aumentar el consumo entonces nos tendríamos que parar y no crear más, ni nueva maquinaria...*” (3/22) “*nuestra calidad de vida depende de la energía eléctrica ya que estamos acostumbrados a vivir utilizándola*” (2/22)... Otros no se pronuncian (3/22) o no contestan lo que, en este tipo de cuestionario, no parece “lo deseable”.

Los resultados del 4.3 -¿Permitiría resolver el problema de agotamiento de combustibles fósiles?- se recogen en la Tabla 7; 8/22 no contestaron.

Ideas aparecidas	f
Sí, ayudaría a no abusar de ellos + Sí, permitiría no usarlos tanto como en la actualidad	3
Sí, porque daría más tiempo para que se cree más.	1
Sí, pero no del todo, no sería la solución correcta.	1
No, sólo prolongaría el proceso de agotamiento, pero al final siempre se agotan porque son fuentes limitadas, pero nos da tiempo a encontrar otras alternativas.+ Se resolvería que no se agotaran tan rápido, pero se gastarían. + No, lo alargarían. + Sólo por un tiempo (se agotarían)	6
No, se consumirían más rápido.	2
No creo, a lo mejor usarlos más eficientemente.	1

Tabla 7. Resultados item 4.3

Es la cuestión que tiene más contestaciones en blanco (8/22); hay más a favor (9/22) que en contra (5/22). Las más frecuentes se refieren a que el proceso de agotamiento se prolongaría (6/22) y, en menor medida, a que ayudaría a no abusar de ellos (3/22).

Hay razonamientos extraños. Creen que se consumirían más rápido (2/22); ¿si hay prohibición, se extinguen antes? Y sorprende: “daría más tiempo a que se cree más”; ¿es posible que un alumno de Bachillerato -sea cual sea su especialidad- piense en que la formación de los combustibles fósiles tenga unos “plazos cortos de reposición”?

Los resultados del 4.4. -¿Se te ocurren otras alternativas?- los resultados se recogen en la Tabla 8. Algunos aportan varias medidas pero 3/22 no contestaron.

Ideas aparecidas	f
Invertir más en energías renovables.	13
Cambiando las tecnologías actuales por las nuevas que aprovechan mejor cada gota y son híbridas, además de reemplazar los combustibles fósiles.	1
A lo mejor crear formas de aprovechar más energía de las fuentes.	1
Producir más energía	2
Extraer la energía de otros planetas.	1
Moderar el consumo + Prescindir de aparatos innecesarios + <i>Similares</i>	5
Reciclaje	2
Utilizar más los medios ecológicos.	1
La alquimia, porque con la alquimia se crean las cosas sin necesidad de utilizar la energía.	1
No	1

Tabla 8. Resultados item 4.4

La idea mayoritaria, con mucho (13/22), es la de invertir más en energías renovables, a la que se le pueden agregar otras respuestas que también las contemplan, cambiar a nuevas tecnologías más eficientes energéticamente, aprovecharla mejor... Hay quien habla de producir más energía y de traerla de otros planetas. En casi todos estos casos no se manifiesta intención alguna de reducir el consumo o aumentar el ahorro, fiel al modelo: “si se necesita más, se busca más”.

Hay casos (5/22) que contemplan la necesidad de restringir el consumo energético pero no dicen cómo. Pero hay otras que no se les ocurre nada (4/22) o plantean una solución incomprensible: “reciclaje”, “con la alquimia se crean las cosas sin necesidad de utilizar la energía”, “utilizar más los medios ecológicos”, “traerla de otros planetas”...

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados y, sin ánimo de generalizar, podemos decir:

- Los alumnos no tienen conocimientos o creencias para posicionarse sobre muchas de las afirmaciones planteadas; probablemente por ello, no lo hacen claramente.
- Utilizan de forma inadecuada algunos términos científicos; habría que saber qué entienden por transformación, transmisión, expansión, concentración... Pero, en otras ocasiones, todavía usan pautas del finalismo simple, más propio de otras edades. En algunas ocasiones, hemos detectado que juegan con los términos pero como ejercicio de retórica o de la respuesta “políticamente correcta”.
- En gran medida, utilizan el modelo “si falta energía, que se produzca más”, sin cuestionar ni el estilo de vida que lleva consigo las necesidades energéticas ni las consecuencias de esta creencia.
- La actitud de conservación del medio ambiente o de compromiso con el desarrollo sostenible está relacionada con la solidaridad intergeneracional y parece que, en este caso, ésta se supedita a no perder privilegios.

Es preciso escuchar al alumnado para conocer qué piensa, conoce y siente. Cuando lo hagamos, probablemente veamos más nítidamente qué repercusiones tiene lo que se ha hecho, podamos intuir hacia dónde vamos y estemos en condiciones de tomar decisiones sobre qué debemos conservar y cambiar de lo que habitualmente realizamos.

BIBLIOGRAFÍA

Pro, A. (2008a). Ciencias para el Mundo Contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las Ciencias. *Alambique*, 56, 87-98.

Pro, A. (2008b). Ciencias para el Mundo Contemporáneo: ¿Se puede enseñar sin modificar la enseñanza de las Ciencias? En: Jiménez: *Ciencias para el Mundo Contemporáneo y Formación del Profesorado en DCE*, pp. 67-80. Almería: Ed. Universidad Almería.

Pro, A. (2009). El uso de los recursos energéticos. Una unidad didáctica para la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo. *Eureka*, 6(1), 92-116.

Torres, A. J. y Romero, F. (2012); ¿Están recogidos los contenidos y reflejadas las intenciones de la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo en los libros de texto? *Enseñanza de las Ciencias* (pendiente de aceptación para su publicación).

ANEXO

U.D. La energía y el problema energético: Consumo y Ahorro.

Cuestionario inicial

Para empezar vamos a responder a un cuestionario sobre contenidos del tema que vamos a trabajar. Me gustaría conocer qué pensáis y que opináis sobre ellos. No importa que respondáis con palabras "poco técnicas", pero por favor, responded a todas las cuestiones.

1. En los cursos anteriores seguro que se ha hablado de energía en las clases de Ciencias, tanto en las clases de Física y Química como en las de Ciencias Naturales. A la vista de lo que te han dicho tus profesores o lo que has leído en los libros de texto, di en qué estás de acuerdo y en qué no de las afirmaciones siguientes:

- "la energía es algo que tienen los objetos en su interior"
- "la energía es algo asociado a la actividad o al movimiento. Si un objeto está parado o quieto, no tiene energía"

2. ¿En qué fenómeno piensas que se produce más energía: en un terremoto, en la explosión de la bomba atómica de Hiroshima o en el lanzamiento de una lanzadera espacial? ¿En qué te basas para elegir tu opción?

3. Si "la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma". ¿Por qué hay que ahorrar energía?

4. Los hombres primitivos tenían solamente el alimento como fuente de energía y su promedio de consumo era de 90 w. El manejo del fuego y la obtención de energía a partir de los animales aumentaron hasta 0.5 Kw. El uso de energía actual ha progresado espectacularmente y, en la actualidad, un ciudadano de EEUU usa un promedio de 11kw. Imagina que, alarmados por el consumo de energía, se decide PROHIBIR QUE NINGÚN PAIS AUMENTE SU CONSUMO DE ENERGÍA.

- ¿Qué ocurriría?
- ¿Mejoraría nuestra forma de vivir?
- ¿Permitiría resolver el problema de agotamiento de combustibles fósiles?
- ¿Se te ocurren otras alternativas?

¿Se potencian en clase de ciencias las competencias exigidas en la política educativa?

Un estudio de caso en el contexto Catalán

Francisco Javier Ruiz Ortega

Departamento de Estudios Educativos. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

frui151@gmail.com

RESUMEN

Hablar de competencias en el campo educativo es hacer referencia a un término de difícil conceptualización y sobre todo de difícil adaptación y desarrollo en el aula de clase. En esta comunicación, pretendo compartir los resultados de un estudio de caso realizado en el contexto Catalán, en el cual se quiso identificar posibles relaciones entre las competencias promovidas, en una práctica experimental específica, para el grado sexto de la ESO y los indicadores curriculares que orientan la enseñanza de las Ciencias Naturales (Decreto 147/2007). Los resultados obtenidos aportan a la reflexión importante sobre la pertinencia y significatividad de la estructura de las prácticas experimentales encaminadas hacia el desarrollo de competencias de naturaleza cognitiva, comunicativa, procedimental y actitudinal.

Palabras clave: Competencia, competencia científica, política educativa

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias tiene como una de sus finalidades promover, en las y los estudiantes, la construcción de modelos científicos escolares, útiles para la toma de decisiones autónomas y para consolidar, en ellas/ellos, una adecuada y pertinente relación entre lo que piensan, dicen y hacen. Inevitablemente, esta pretensión afectada por la política educativa actual, que exige teóricamente la formación de ciudadanos competentes, requiere enfrentar con argumentos proposicionales el alcance y las limitaciones que supone una propuesta de formación por competencias.

Al referirnos al término competencia, lo hacemos desde el planeamiento que expone Zabala y Arnau (2007). Para ellos, un sujeto es competente “cuando actúa de forma integrada movilizándolo de forma integrada conocimientos, procedimientos y actitudes, ante una situación-problema, de forma que la situación sea resuelta con eficacia” (p. 48). Es decir, ser competente exige, si se quiere, reconocer la relación dinámica entre cuatro dimensiones básicas de la acción humana: el ser, el saber, el hacer y el convivir (Delors, 1996). La competencia se refiere no a la acción eficiente independiente del conocimiento y, menos aún, del valor social (valor ciudadano), pues es en la interacción con el “otro” donde se justifica y se valida la misma acción.

Ahora, en el campo específico de la enseñanza de las ciencias, hacemos referencia a las competencias científicas, aquellas que se aplican usando como soporte teórico el conocimiento científico escolar.

Sobre la competencia científica se identifica una amplia literatura que indica que ser competente científicamente, es demostrar, al menos, suficiencia en los siguientes aspectos. El primero, poseer conocimientos disciplinares y usarlos para identificar y proponer soluciones a problemas de carácter científico. El segundo, comprender elementos relacionados con la dinámica interna de las ciencias, con su construcción y aplicación. El tercero, y no menos importante que los anteriores, mostrar actitud para implicarse en los debates relacionados con los alcances y limitaciones que tiene la aplicación de los conocimientos científicos (MEN, 2006; Hernández, 2005; Izquierdo y Chamizo, 2007; Pisa, 2006; Comisión Europea, 2004; Parlamento Europeo, 2006).

Se necesita por lo tanto que desde los espacios escolares, se promueva el desarrollo de competencias científicas en las y los estudiantes como herramientas que posibiliten su acción en el mundo; pues, será difícil, participar decididamente en situaciones de orden social, cultural, científico o tecnológico, si no se entiende por ejemplo su lenguaje o no se identifican las herramientas propias de los procesos metodológicos que se usan para la construcción de estos campos de conocimiento.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo dos propósitos centrales:

- a) identificar las competencias de naturaleza cognitiva, comunicativa, actitudinal y procedimental, que se promueven con la aplicación de la práctica experimental sobre sistema óseo,
- b) establecer posibles relaciones entre la promoción de competencias en esta práctica y los objetivos expuestos en el Decreto 142/2007.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es cualitativa de corte descriptivo comprensivo. Se realizó en una institución educativa de Cornellá de Llobregat (Barcelona-España), en el grado sexto de la educación primaria, durante el año escolar 2008-2009. Es un grupo de 25 estudiantes (10 niñas y 15 niños), de edades comprendidas entre los 12 y 13 años y de nacionalidades diferentes (Colombiana, Ecuatoriana, Española, entre otras).

OBTENCIÓN DE DATOS

La unidad de análisis se definió por la relación entre las competencias promovidas en una práctica experimental y los lineamientos curriculares que orientan la enseñanza de las ciencias en el grado sexto de la educación primaria. La unidad de trabajo la integraron cuatro fuentes de información: la clase de ciencias del grado sexto, la entrevista aplicada a la docente, la guía de trabajo elaborada por la docente y el Currículum a l'educació Primària.

Para la obtención de la información se sistematizó, con la ayuda del Atlas-ti, la información obtenida de:

- a. la clase: se registró en audio y vídeo dos sesiones de clase (de una hora cada una) correspondientes a la aplicación de la práctica de laboratorio sobre sistema óseo
- b. La entrevista: se registró en audio la entrevista semiestructurada aplicada a la docentes tras la realización de las dos sesiones de trabajo en el aula de clase
- c. La programación: se recogió la guía de trabajo elaborada por la docente. La temática analizada forma parte del currículum del área.
- d. Los objetivos manifiestos en el currículum del área para el grado sexto.

TÉCNICA DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Es importante manifestar que por condiciones de espacio solo presentaré el análisis realizado a la clase y a los Objetivos del Decreto 142/2007.

Para responder el primer objetivo de esta investigación se identificó, en las sesiones de clase, episodios o secuencias que brindaron información relevante para mostrar, desde la relación docente-estudiantes, la promoción de competencias.

Para responder al segundo objetivo, inicialmente se identificó, tanto en las secuencias registradas de la clase, como en los objetivos planteados en el Decreto 142/2007, las competencias que se potencian o se espera se potencien desde la enseñanza de las ciencias. Esta identificación tuvo dos vías de análisis: la primera, inductiva, desde los datos a las cuatro dimensiones propuestas para el análisis (cognitiva, comunicativa, procedimental y actitudinal). La segunda vía de análisis fue deductiva, en donde se tuvo como apoyo para la interpretación y comprensión de la información, referentes teóricos de las cuatro dimensiones adoptadas para el análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La discusión se hace desde dos niveles de análisis:

- a. Las competencias potenciadas desde la acción de la docente representada en su desempeño en el aula y las competencias identificadas en los objetivos del documento Currículum Educació Primària – Decret 142/2007 DOGC núm. 4915
- b. La relación entre las competencias promovidas con la aplicación de la práctica de laboratorio y los objetivos del Decreto 142/2007 DOGC núm. 4915.

Primer nivel de análisis. Las 21 secuencias identificadas en las sesiones de clase (Figura 1), se caracterizan por tener una estructura cercana al patrón sistemático IRE (Sinclair y Coulthard, 1975). El inicio (I) de la secuencia se da cuando la docente plantea un interrogante o solicita la acción de los educandos; ellos, emiten sus respuestas (R) y es la docente quien, al final de la secuencia, culmina la interacción dando una valoración (E) a la participación de sus estudiantes. En la Figura 1, se observa la radiografía global de la clase. En el eje vertical ubicamos los episodios que identificamos en la clase. En el eje horizontal las acciones realizadas por la docente en cada secuencia. En el interior de la figura, representamos la intersección de las acciones de la docente y las acciones de las y los estudiantes.

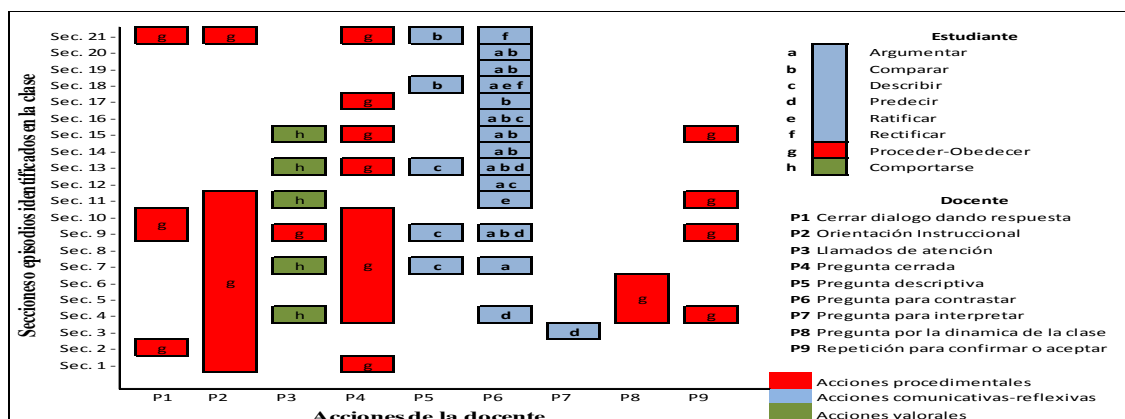


Figura 1. Esquema global de la clase. Ubicamos las acciones de la docente y de los estudiantes, en 21 secuencias identificadas durante el desarrollo de la práctica de laboratorio

Una característica sustancial de la clase es la presencia de un gran número de acciones procedimentales (representadas en los recuadros de color rojo), tanto de la docente como de sus estudiantes. Acciones de la docente como: la orientación instruccional o la pregunta cerrada, generan en las y los estudiantes responder de manera “posiblemente” pasiva a las demandas de la docente (representadas con la letra g). Sin embargo, cuando la docente propone preguntas de corte contrastivo (representadas en los recuadros de color azul), sus estudiantes intentan argumentar, predecir, comparar, rectificar o ratificar sus respuestas (letras a, b, c, d, e, f). Por último, cuando la docente realiza acciones orientadas al “buen comportamiento en el aula” (representados en los recuadros de color verdes), genera que sus estudiantes faciliten el normal curso de la actividad (letra h).

En la Figura 2, se observan las competencias que, desde el Decreto 142/2007, se exigen potenciar en el aula de clase. Nótese que las competencias de naturaleza cognitiva (rectángulos de color azul oscuro) y actitudinales (rectángulos de color verde), son las de mayor presencia en los objetivos, seguida por las competencias comunicativas (rectángulos de color azul claro) y, por último, las competencias de naturaleza procedimental (rectángulo de color rojo).

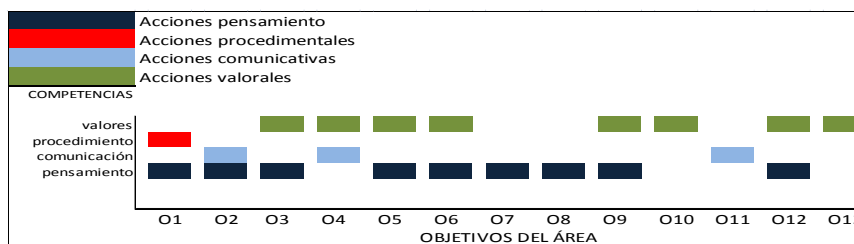


Figura 2. Esquema global de las competencias exigidas desde los objetivos expuestos en el Decreto 142/2007

Segundo nivel de análisis. A continuación se presenta, para cada una de las cuatro dimensiones de las competencias, los puntos de encuentro y de distanciamiento entre las competencias exigidas desde los objetivos del Decreto 142/2007 y la clase.

Competencias cognitivas

El análisis de los objetivos muestra que en ellos se pretende que, las y los estudiantes, sean capaces de plantear e identificar problemas, proponer soluciones, criticar la información que reciben, reflexionar en su propio proceso de aprendizaje y puedan aplicar sus conocimientos a contextos diferentes al aula de clase. Son objetivos en los cuales siempre se ubica al estudiante en el contexto inmediato que integra y en el cual es necesario, además, la aplicación consciente del conocimiento y su articulación con el componente actitudinal. Algunos de los fragmentos extraídos de los objetivos, expresan esta intencionalidad:

Objetivo No. 1. “Plantearse, identificar y resolver interrogantes y problemas relacionados con fenómenos y elementos significativos del entorno natural, social y cultural...”

Objetivo No. 9. “Planificar y realizar proyectos y aparatos sencillos, analizando las propiedades de los materiales y las herramientas y máquinas que intervienen, todo valorando la contribución de la ciencia y la técnica a la mejora de las condiciones de vida de las personas.”

En la clase, las acciones realizadas por la docente pretenden potenciar en sus estudiantes competencias de naturaleza cognitiva como la predicción y la contrastación. Competencias afines con los objetivos del Decreto, pero consideramos pueden complementarse con otras de orden metacognitivo, como la reflexión y la crítica. En el siguiente fragmento se evidencia parte de esta intencionalidad. En negrilla se resalta las participaciones de los estudiantes en las cuales ubicamos el vínculo con las competencias cognitivas.

A348-D: a ver ahora | vale | miremos | quiero por favor que comparen lo que registraron que pasaría y que expliquen lo que ha pasado | vamos escuchemos por favor | va escuchemos | val

A349-E(a): lo que pensábamos que pasaría no?

A350-D: si

A351-E(o): nosotros pensamos que que sería que pesaría menos sería más blando y será más flexible.

A352-D: será más blando y más flexible | ¿y qué ha pasado?

A353-E(a): puesl que pesa menosl un poco blandol

A354-D: es más blando?

A355-E(s):no

A356-E(a): un poco

Competencias comunicativas

Los objetivos del Decreto analizado, incluyen elementos importantes y básicos para potenciar competencias de esta naturaleza, como la expresión, en forma creativa, de contenidos, compartir el conocimiento, describir, explicar y justificar. Los siguientes extractos del contenido de los objetivos evidencian esta intencionalidad:

Objetivo No. 2. “Utilizar varios lenguajes para expresar y comunicar los contenidos del área de forma personal y creativa...”

Objetivo No. 11. Utilizar la lengua como herramienta para construir conocimiento, para comunicarlo y para compartirlo con los otros, a partir del desarrollo de las competencias comunicativas propias del área (descripción, explicación, justificación, interpretación y argumentación).

En la clase, las acciones de la docente intentan potenciar en las y los estudiantes, procesos argumentativos, que quizás no muestran la estructura exigida desde la producción o

establecimiento de relaciones de justificación entre las datos y conclusiones, pero que la docente potencia con la aplicación de preguntas que demandan el análisis y la presentación de evidencias para apoyar las afirmaciones. La reflexión que se hace al comparar lo que sucede en el aula con las exigencias expuestas en los objetivos, hace referencia a la posibilidad de potenciar en el aula espacios de regulación y autorregulación de las acciones. En el siguiente fragmento se resalta en negrilla las participaciones de uno de los estudiantes que no sólo intenta argumentar los hallazgos, sino también presentar evidencias que apoyarían sus afirmaciones:

A482-E: el nuestro pesaba seis coma un gramo y ahora pesa cinco coma nueve ha perdido bueno dos décimas y eso también se debe a que se han disuelto las sales minerales

A483-D: por lo que ha perdido peso

A484-E(o): sí y también vimos que cuando lo sacamos del frasco no l el vinagre había como cambiado l de color era un poco más claro

Competencias actitudinales

En los objetivos se manifiesta la necesidad de formar ciudadanos y ciudadanas, exigiendo que desde la enseñanza de las ciencias se potencien valores como el respeto, el trabajo en equipo, el compromiso o la responsabilidad. Algunas de estas intencionalidades las podemos ver en los siguientes fragmentos de los objetivos:

Objetivo No. 4. “Participar activamente en el trabajo en grupo, adoptando una actitud responsable, solidaria, cooperativa y dialogante...respetando los principios básicos del funcionamiento democrático.”

Objetivo No. 6. “... adoptando compromisos individuales y colectivos de actuar en la protección y mejora del medio ambiente y del patrimonio cultural.”

En el aula, con las acciones de la docente, consideramos que, si bien promueven competencias vinculadas a esta dimensión, las acciones de las y los estudiantes se realizan sólo respondiendo a demandas concretas de la docente y no desde una reflexión colectiva por qué y el para qué de las mismas. Los siguientes textos ejemplifican la situación antes expuesta:

A7-D: girar la hoja por atrás por favor y poned eso, cogemos un hueso de pollo, lo quemamos lo pesamos lo pesamos pero para pesarlo (0.9)

A16-D: y ahora pondremos el hueso al fuego ponedlo [así (ella lo ubica en el recipiente)

A32-D: Cuando hayáis acabado de tocarlo, lo ponéis en el fuego ¿donde está el hueso? que si no vamos a tener tiempo de quemarlo (0.9)

A46-D: Cuando terminéis de leer y llenar la ficha, vendremos por el otro material ¿eh? (0.13)

La reflexión en este punto es sobre cómo pasar de instrucciones o mandatos puramente procedimentales a invitaciones de carácter reflexivo y de consenso, para hacer conscientes a los educandos de qué se quiere, para qué, cómo se hará y qué se requiere para ello.

Competencias procedimentales

Es importante reconocer que cualquier acción realizada y ubicada en las otras dimensiones, está articulada con el hacer. Para efectos de la identificación de competencias concretas en esta dimensión, se ubicaron los objetivos del currículum que exigen de las y los estudiantes acciones como observar, registrar datos, buscar información o manipulación de

instrumentos. En los objetivos hay dos fragmentos que los podemos relacionar directamente con estas acciones:

Objetivo No. 1. "... utilizando estrategias de búsqueda y tratamiento de la información, y analizar los resultados y plantear soluciones alternativas a los problemas."

Objetivo No. 2. "...seleccionar e interpretar datos expresados por medio de códigos diversos..."

En la clase, las acciones realizadas por la docente se orientan a desarrollar acciones procedimentales, que de manera similar a lo ocurrido en la dimensión actitudinal, se caracterizan por el carácter mecánico y sin el ofrecimiento de espacios de reflexión para tomar conciencia de su ejecución. En el siguiente fragmento observamos cómo la acción del estudiante (resaltadas en negrilla), se reduce a seguir instrucciones, a depender de la iniciativa de la docente para dirigir la práctica o a evocar una información.

A101-D: pero se escribel peso y unidades ¿eh? la cantidad sola no sirve para nada ¿de acuerdo? y las unidades **¿qué es eso cinco coma seis seis coma [ocho?**

A102-E(s): |gramos

A103-D: **ponedlo bien lponed la fecha en aquel recuadrol ¿eh? y ponemos el peso (0.6)**

A104-D: A ver este hueso cómo lo ¿encontráis aquí? ¿qué se ha hecho en el hueso? **¿el pollo está cocido o no?!**

A105-E(o): hombre cocinado si.

CONCLUSIONES

En relación con las competencias cognitivas, se puede concluir que hay distanciamiento en cuanto a las competencias exigidas en los objetivos curriculares y aquellas potenciadas en el aula. En los primeros se exige que en el aula se potencie en las y los estudiantes la identificación de problemas, el planteamiento de soluciones y el desarrollo de procesos metacognitivos, que no se promueven en la práctica experimental. En cuanto a las competencias comunicativas, la intencionalidad de la docente y de los objetivos curriculares apunta hacia un mismo propósito, generar en las y los estudiantes procesos argumentativos, descriptivos y comparativos, que ayudan a una mejor comprensión de los fenómenos.

Para las competencias procedimentales, las competencias que se promueven en el aula se alejan de aquellas exigidas en la política educativa, pues las acciones que se realizan para lograr potenciarlas, se caracterizan por su carácter mecánico y pasivo, mientras que en los objetivos curriculares, se manifiesta la clara intención de hacer partícipe a los estudiantes en la formulación de problemas, en el planteamiento y aplicación de estrategias que lleven a la solución de los mismos. Por último, en relación con las competencias actitudinales, se identifica otro posible distanciamiento, puesto que en los objetivos, la intencionalidad es generar actitudes de compromiso, respeto, hábitos de comportamiento, responsabilidad, trabajo en equipo, apreciación de lo que el educando observa y hace. En la clase, se evidencian algunas de estas pretensiones como el trabajo en equipo, hábitos de comportamiento y responsabilidad. Sin embargo, aquí la actitud se reduce a un comportamiento de dependencia y obediencia al direccionamiento e iniciativa de la docente.

Reflexión final

La educación no puede satisfacer todas las exigentes demandas de la sociedad, para preparar para la vida y “con altos niveles de carácter social, afectivo a un sujeto” (Villada, 2007, p. 101); sin embargo, desde la enseñanza de las ciencias naturales sí podemos potenciar competencias científicas que contribuyan a una formación de ciudadanos y ciudadanas responsables, críticas y con un espíritu emprendedor. No se trata de hacer más compleja una intención de formar ciudadanos competentes, que de por sí ya es muy compleja, sino de tomar conciencia que en el aula de clase, el desarrollo de competencias científicas está impregnado de una articulación flexible entre valores, actitudes, lenguajes y formas de pensamiento.

Agradecimientos. Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d’Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU2009-13890-C02-02). De igual manera, el reconocimiento a la Universidad de Caldas, Manizales – Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

- Decret 142. (2007, junio 2). Desplegament del currículum a l’educació primària, Algunes reflexions sobre competències bàsiques. Último acceso el 19 de Diciembre de 2008, desde http://www.xtec.net/estudis/primaria/nou_curriculum_pri.htm
- Delors, J. (1996): “Los cuatro pilares de la educación” en La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI. (pp. 91-103). Madrid, España: Santillana/UNESCO.
- Hernández, C. A. (2005). *¿Qué son las “competencias científicas”?* Ponencia presentada en el Foro de Competencias Científicas, Bogotá Colombia, Octubre 11 de 2005.
- Izquierdo, M. y Chamizo, A. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique*. 51, 9-19.
- Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales. En *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. (pp. 96-146). Bogotá: M.E.N.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2006): Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre del 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial de la Unión Europea. L394/10-18. 30 de diciembre del 2006. Último acceso el 20 de mayo de 2009, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:es:PDF>
- PISA. (2006). Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Último acceso el 26 de diciembre de 2008, de <http://www.institutodeevaluacion.mec.es/contenidos/noticias/marcosteoricospisa2006.pdf>
- Sinclair, J. y Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: The English used by teachers and pupils*. Londres: Oxford University Press.
- Villada, D. (2007). *Competencias*. Manizales: Sintagma Editorial.
- Zabala, A., y Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó.

UN ESTUDIO ACERCA DE LOS OBSTÁCULOS QUE ENCUENTRAN LOS ESTUDIANTES DE MAESTRO EN SU FORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN ESCOLAR

Ruiz Pacheco, N. J.

Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C.- Colombia. njuizp@udistrital.edu.co

RESUMEN

El desarrollo profesional de los docentes debe estar encaminado a que su formación tenga una relación lógica “entre la acción –saber hacer-, y la “reflexión, en y sobre la acción –saber pensar, investigar-” (Murillo et al, 2005, 16). Este pensamiento que fortalece el desarrollo integral del maestro, propicia acciones directas para involucrarlo hacia estrategias de trabajo nuevas y acordes con planteamientos que conceden un nuevo sentido a la educación y a la proyección de un modelo particular docente. En este proceso de incursión, aparecen obstáculos que logran dificultar el desarrollo de las acciones propuestas; de ahí la importancia que este trabajo le concede a los obstáculos para lo cual se busca identificar aquellos que logran interferir con mayor fuerza en ejercicios de aproximación a la Investigación Escolar (IE).

Palabras clave

Investigación Escolar, Obstáculos, Enseñanza, Aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

Tal y como lo resaltan Pozuelos y Travé (2004, 5) “introducir la investigación en la práctica educativa ha significado un esfuerzo importante para romper con el estrecho espacio formativo que deja la transmisión mecánica y verbalista de los conocimientos para un alumno que necesita comprender y dar respuestas a los interrogantes que día a día se le van planteando”, y que requiere acoplarse y desempeñarse con éxito en una sociedad cada vez más globalizada. El salto hacia la IE requiere de ciertos prerrequisitos para lo cual García, S. (1999) y Jiménez, (2003, 78), hacen alusión a la formación del profesorado y a la investigación como mecanismo que permite avanzar en ese sentido. Sin embargo, hacen claridad en torno a la presencia de obstáculos que se derivan de la rutina escolar y que por consiguiente son difíciles de superar; obstáculos que a través de éste estudio, y tomando como referencia el *Inventario General de Obstáculos* que se trabaja en el estudio “El análisis de los obstáculos que encuentran los maestros en formación inicial en la elaboración de unidades didácticas de enfoque investigador” (Ruiz, 2007) y cuya versión es publicada en la comunicación “Obstáculos y Dificultades de los maestros en Formación Inicial en el diseño de Unidades Didácticas de Enfoque Investigador: El Inventario General de Obstáculos” del 23 Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales, realizado en Almería (España) por Cañal, Criado, Ruiz y Herzel (2008), nos permitimos determinar con el ánimo de clasificarlos y sobre los mismos, hacer interpretaciones.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Antecedentes de la investigación

Revisando la génesis del planteamiento de la concepción de obstáculo encontramos la fundamentación realizada por el filósofo francés Gastón Bachelard (1981) quien en el desarrollo de su libro *La formación del espíritu científico* acuña el concepto de *Obstáculo Epistemológico* relacionado con la identificación de todos aquellos “*entorpecimientos o confusiones*” que conducen a “*estancamiento o retroceso*” y para lo cual se establece un proceso de análisis que busca determinar “*unas causas de esta inercia*”. Todo ello encaminado a determinar aquellos factores o barreras que intervienen en la construcción del conocimiento científico y que están relacionados con las condiciones psicológicas “*que impiden evolucionar al espíritu científico en formación*” (Villamil, 2008).

Para nuestra investigación en particular, retomamos los planteamientos de Astolfi (1994, 211) en el sentido de que los obstáculos poseen un carácter dinámico y no deben considerarse como aquello que impide el aprendizaje, sino que, aunque pueden dificultarlo, proporcionan al docente un conocimiento relevante para mejorar un factor o factores de especial importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello, este autor plantea que los obstáculos se constituyen en los “*núcleos duros que corresponden a lo que se resiste verdaderamente a los aprendizajes y razonamientos científicos*”.

Una vez se establecen los referentes conceptuales, procedemos a la aplicación de dos instrumentos de investigación:

MDP2. Este cuestionario que corresponde al nombre de Modelo Didáctico del Profesor –MDP–, en su versión número 2, ha sido creado por el Grupo Andaluz de Investigación en el Aula (GAIA) y cuenta con 53 preguntas que pueden ser valoradas en una escala de 1 al 5, correspondiendo en su orden a *Totalmente en desacuerdo*, *Más bien en desacuerdo*, *Mitad de acuerdo y mitad en desacuerdo*, *Más bien de acuerdo* y *Totalmente de acuerdo*. Teniendo como base el *Inventario General de Obstáculos*, se ha realizado una revisión previa de las preguntas del MDP2 determinando para cada una, aquellos obstáculos (Tabla 1) que se pueden presentar en caso de que la persona encuestada, no responda la respuesta que a la luz de la teoría, guarda amplia correspondencia con la pregunta realizada (*respuesta experta*).

NIVEL DE PRESENCIA DE OBSTÁCULOS	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE CADA NIVEL
0-1	Nivel acorde con la respuesta experta que no tendría la adjudicación de obstáculos.
2-3	Nivel con cierto grado de desfase frente a la respuesta experta. Presencia media de obstáculos.
4-5	Nivel alejado de la respuesta experta con presencia elevada de obstáculos.

Tabla 1. Nivel de presencia de obstáculos en función del acercamiento a la respuesta experta y descripción cualitativa de cada nivel, para las respuestas en el MDP2.

Para llevar a cabo un primer análisis, que es precisamente el que se enseña en este trabajo, se toma como referencia la diferencia presentada entre las respuestas

identificadas en el MDP2 y la respuesta experta, para lo cual en la Tabla 1, se relacionan los niveles de presencia de obstáculos.

Vale la pena mencionar que el nivel 0-1 contempla respuestas que se ajustan a aquellos ideales de los procesos de enseñanza-aprendizaje que involucra el desarrollo de trabajos en el orden de la IE. Este nivel asume el desarrollo de actuaciones docentes acertadas que contribuyen a cualificar la labor profesional del estudiante para maestro. El nivel 2-3 refleja una presencia media de obstáculos que si bien no se encuentra en el extremo, sí es un llamado de atención a ciertos aspectos que desde el manejo conceptual de los estudiantes para Maestro, se puede estar alterando el desarrollo efectivo de un proceso de IE. Por último, el nivel 4-5, es un reflejo absoluto de la presencia de factores que influyen radicalmente y que no dan la posibilidad de un avance significativo en trabajos de IE.

Este instrumento se aplicó a 58 estudiantes de segundo curso de Maestro con especialidad en Educación Primaria (2EP1) y 78 estudiantes de segundo curso de Maestro con especialidad en Educación Infantil (2EI1) de la Universidad de Sevilla.

Entrevistas de tipo Semiestructurada. Aplicadas a un grupo de 10 estudiantes de la asignatura Prácticas de Enseñanza II en el curso 2007-2008 del programa Maestro-Especialidad en Educación Infantil, organizadas de la siguiente manera:

- *Entrevista individual, previa a la realización de la asignatura Prácticas de Enseñanza II.* Este instrumento se centró principalmente en detectar aquellas concepciones relacionadas con el valor que le concedía la Facultad a la formación proporcionada a sus estudiantes y su adecuación y utilidad para el desempeño profesional en la práctica.
- *Entrevista individual una vez se culmina el desarrollo de la asignatura Prácticas de Enseñanza II.* Se realiza para explorar la valoración (aspectos positivos y negativos) que hacen los entrevistados de la actuación general del/la maestro/a de la clase en la que han realizado las Prácticas de Enseñanza II, profundizando en los argumentos que utilizan para hacer esas valoraciones, con vista a establecer qué resultados han obtenido (¿aprendizajes significativos?), con el ánimo de establecer obstáculos en ejercicios de investigación escolar.

Una vez realizadas las entrevistas se procedió a *transcribirlas íntegramente y analizarlas*, detectando la presencia de obstáculos con la ayuda del *Inventario General de Obstáculos* y calculando su porcentaje y frecuencia.

Soluciones y recomendaciones

En primera instancia es posible establecer como resultado de la aplicación del MDP-2, una clasificación encaminada a jerarquizar los obstáculos encontrados, tomando como referencia los siguientes criterios:

1. Valor porcentual representativo y frecuencia, en relación con el orden descendente de presencia de obstáculos.
2. Teniendo en cuenta la determinación de obstáculos para el MDP-2 a partir de la ubicación de la respuesta experta, es posible identificar el número de veces que aparece un obstáculo determinado, en cada pregunta del MPD-2 y por tanto, se puede establecer esta aparición en los resultados para cada nivel.
3. Fundamentación conceptual desde la *Dimensión y Eje de Progresión* a los cuales pertenecen los obstáculos seleccionados en los numeral 1 y 2, de esta determinación de criterios.

Una vez se determinan los obstáculos de *Primer Orden*, es posible determinar los de *Segundo Orden* que se derivan de los primeros, revisando el porcentaje de presencia y la

relación entre los *Ejes de Progresión y Dimensiones* establecidas en el mismo Inventario (Tabla 2).

2EPI				2EI1			
Nivel 2-3		Nivel 4-5		Nivel 2-3		Nivel 4-5	
<u>Primer Orden</u>	<u>Segundo Orden</u>	<u>Primer Orden</u>	<u>Segundo Orden</u>	<u>Primer Orden</u>	<u>Segundo Orden</u>	<u>Primer Orden</u>	<u>Segundo Orden</u>
3	1, 2, 6, 9	17	14, 15	20	23	15	13, 14, 17, 20, 21, 22, 26, 52, 75, 79, 91, 93
4	9	20	30, 52, 56	21	91	9	32
20	7, 24	21	30, 32, 95, 105	22	15, 26	3	4
21	7, 24	22	3, 4, 23, 24, 30, 32	3	37		
22	7, 24	16	9, 32, 48, 50, 95, 101, 105	4	1, 2, 6, 7, 9, 37		
52	7, 24, 51, 58, 79, 37, 39, 82, 83, 85, 64, 34, 38, 68, 69, 33, 74, 91, 93			52	51, 58, 59, 60, 68, 93		
105	35, 95, 99, 101, 103			72	59, 60		
107	59, 60, 103			108	103, 107		
108	59, 60, 103			17	12, 13, 14, 18, 19		
17	13, 14, 26			95	8, 9, 74, 75, 79, 99		
15	16, 18, 19, 23, 32			24	23		
72	59, 60			34	16, 30, 32, 33, 34, 35, 38, 48, 50, 64, 86, 87, 89, 93, 101, 104, 105		
				39	34, 38		
				13	12		
				15	16, 18, 19		

Tabla 2. Relación de presencia de Obstáculos de Primer y Segundo Orden en 2EPI y 2EI1, en el MDP2.

Teniendo en cuenta los mayores porcentajes y frecuencias para los dos grupos 2EP1 y 2E11 es posible reconocer en el nivel 2-3 la presencia de los obstáculos 3, 4, 20, 21, 22, 52, 108, 72, 17 y 15 que son comunes entre sí y que en su mayoría, hacen parte de la *Dimensión Psicológica* (20, 21, 22, 17 y 15) y de la *Dimensión Epistemológica* (3 y 4), y en menor representación de la *Didáctica* (52 y 72) y la *Profesional* (108) (Tabla 2).

Estos obstáculos están relacionados con carencias de los futuros maestros en la formación *Psicológica* y *Epistemológica*, dimensiones que de por sí están muy conectadas y que por su condición, dan cuenta de problemas en torno al reconocimiento y por tanto, manejo de los diferentes tipos de conocimiento (cotidiano, escolar y científico). No contar con esta formación trae como consecuencia que el mismo estudiante para maestro, no reconozca los ejes fundamentales que trazarán en adelante, su ejercicio profesional y que por ende, acarrea en el desconocimiento y/o poca o nada de significancia de los tipos de conocimiento que entran a hacer parte de la evolución conceptual de los alumnos.

Para el caso de las entrevistas, se realizó un proceso de validación con colaboradores especialistas, los cuales realizaron dicha identificación sobre la transcripción de una entrevista aleatoria. Como resultado de esta labor fue posible determinar que el procedimiento adelantado por la investigadora del presente trabajo, contaba con la idoneidad necesaria para determinar con precisión la presencia de los obstáculos correspondientes en las diez entrevistas.

Iniciando con los resultados de las entrevistas previas a la realización de las *Prácticas de Enseñanza II*, se encontró que el obstáculo con mayor porcentaje y frecuencia detectado en éstas, es el 35 de la *Dimensión Didáctica* con (12.70% - 118), seguido por otros de porcentaje significativo como el 104 (7.10% - 66), 36 (7,0% - 65), 98 (6.46% - 60), 72 (6.35% - 72), 107 (6.35% - 59), 106 (4.84% - 45), 34 (3.88%-36), 108 (3.23% - 30) y 14 (3.12% - 14), pertenecientes indistintamente a las *Dimensiones Psicológica, Didáctica y Profesional*. Este resultado equivale a establecer que para este momento previo al desarrollo de un espacio de vital importancia en la carrera de formación de maestro, se evidencia como principal problema, el escaso conocimiento profesional que se reconoce en torno a las temáticas que tendrán que desarrollar y que conlleva contrario a contar con la seguridad y propiedad necesarios para incorporar cambios sustanciales, a atribuir dicha falencia a otros factores como puede ser la administración educativa, las familias, los alumnos o carencias de la misma facultad en su labor de formación, lo cual hace evidente una enorme debilidad de orden didáctico. Si los estudiantes de maestro no cuentan con el manejo del conocimiento propio del saber profesional que incluye el disciplinar, muy posiblemente tendrán que buscar justificaciones en otros aspectos. Esta problemática consolida el desarrollo de un modelo tradicionalista que de nuevo, según los resultados encontrados, reivindica la concepción de aprendizaje escolar como la memorización de los contenidos que proporcionan los libros de texto y el profesor.

Con porcentajes menores aparecen obstáculos relacionados con los bajos niveles de motivación profesional, malinterpretaciones en torno a la teoría y la práctica, el papel real de la memoria, implementación acrítica de modelos tradicionalistas, falta de preparación y seguridad para incorporar cambios radicales que mejoren el desarrollo de la práctica educativa, consideración del libro texto como recurso fundamental en la planeación de la clase.

En las entrevistas realizadas posterior al desarrollo de las *Prácticas de Enseñanza II*, se vuelve a identificar como los obstáculos de mayor porcentaje y frecuencia, el 36 (7.70% - 87) y 35 (7.52% - 85) de la *Dimensión Didáctica*. El obstáculo 98 (5,66% -64)

también refleja problemáticas en torno a la falta de seguridad por parte de los maestros en formación para adelantar una transformación real en el aula; en seguida aparecen los obstáculos 104 (5.31% - 60), 108 (4.69% - 53), 107 (4.51% - 107), 95 (4.34% - 49), 94 (4.25%- 48) y 93 (4.07% - 46) que reflejan algunas debilidades en torno a considerarse sin responsabilidad ni compromiso alguno, frente al hecho de incorporar cambios que mejoren la labor educativa y adjudicando dicha carencia a la formación impartida en la Universidad. De hecho, se evidencian falencias en la formación epistemológica que determina poca diferenciación en torno a aquellos componentes teóricos y prácticos que hacen parte del proceso educativo. De igual forma, no se identifica la importancia de manejar unas relaciones de poder democráticas que fomenten en los estudiantes, autonomía y capacidad de decisión, lo mismo que la imposibilidad para aceptar la importancia de involucrarse en grupos de trabajo que permitan enriquecer la práctica educativa e incorporar elementos de innovación. Otros obstáculos con porcentajes entre 2.83% y 0.09% y frecuencias entre 32 y 1, dejan entrever debilidades en torno a la diferenciación conceptual entre la teoría y la práctica, la pertinencia para asumir posturas y roles claros en torno a la realización de clases que incluyan procesos de investigación y que esto permita establecer relación con los intereses de los estudiantes, entre otros.

Comparando los mayores resultados alcanzados en las entrevistas previas y posteriores (porcentajes entre 12.70 y 3.89 y frecuencias entre 118 y 44), se nota coincidencia en los obstáculos 35, 36, 104, 107, 72, 94, 95, 104, 98, lo cual refleja el mantenimiento de éstos, antes y después de cursada la asignatura. Esto implica que aún con la posibilidad real de interactuar directamente en el aula de clase, se mantienen ciertas problemáticas que influyen de manera significativa en la posibilidad de desarrollar de manera efectiva ejercicios de aproximación a la IE. Desde luego es posible establecer a partir de éstos, que serían considerados de *Primer Orden*, unos de *Segundo Orden* que se seleccionarían tomando como referencia la aparición común en los dos momentos (previa y posterior), una frecuencia de aparición entre 37 y 5, y su relación con el *Eje de Progresión* y la *Dimensión* establecido en el *Inventario General de Obstáculos*, así:

PRIMER ORDEN	SEGUNDO ORDEN
35	
36	
104	92
72	59, 73
98	74, 105
107	59, 63
98	74, 105
72	59, 63
106	
108	
95	14, 16, 20, 21, 62, 88, 99, 96, 103
94	

Tabla 3. Relación de Obstáculos de Primer y Segundo Orden en las entrevistas previas y posteriores al desarrollo de la asignatura Prácticas de Enseñanza II.

En la Tabla 3 es posible determinar que en el obstáculo 95 se ubican varios obstáculos de *segundo orden* que se desprenden del hecho de asumir actitudes inmovilistas que resultan opuestas a la innovación y al cambio de concepciones y prácticas docentes. De igual forma, aparecen algunos obstáculos de *primer orden* para los cuales no fue posible ubicar su derivación en otros de *segundo orden*.

CONCLUSIÓN

Los resultados antes presentados corresponden a un primer ejercicio de análisis que permite determinar que independientemente del instrumento de investigación utilizado, es posible identificar para los grupos de trabajo seleccionados que cursaron la asignatura *Prácticas de Enseñanza II* y que intentan aproximarse a ejercicios de IE, obstáculos comunes que pueden ser agrupados en *Primer y Segundo Orden*. Este planteamiento inicial, se profundizará y posteriormente, se establecerán las pautas para revisar con detenimiento los 108 obstáculos del *Inventario General* y proyectar así, una reorganización del mismo, que se dará a conocer en una próxima publicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Astolfi, J. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes significativos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 206-216.
- Bachelard, G. (1981). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- Cañal, P.; Criado, A.; Ruiz, N. & Herzel, C. (2008, Septiembre). *Obstáculos y Dificultades de los Maestros en Formación Inicial en el Diseño de Unidades Didácticas de Enfoque Investigador: El Inventario General de Obstáculos*. Comunicación presentada en el 23 Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Almería, España.
- García, S. (1999). La formación permanente del profesorado y su incidencia en las aulas. Estudio de un caso. *Revista de Investigación Educativa*. 17(1), 149-166.
- Jiménez, J. (2003). La praxis de la investigación en el aula. *Investigación en la escuela*. 50, 69-79.
- Murillo, S.; Soto, E.; Sola, M. & Pérez, A. (2005). Innovación de la enseñanza universitaria en la formación de docentes: la relevancia del conocimiento. Un estudio de caso. *Investigación en la Escuela*. 57, 15-30.
- Pozuelos, F. & Travé, G. (2004). Aprender investigando, investigar para aprender: el punto de vista de los futuros docentes. Una investigación en el marco de la formación inicial de Magisterio y Psicopedagogía. *Investigación en la Escuela*. 54, 5-25.
- Ruiz, N. (2007). *El Análisis de los Obstáculos que encuentran los Maestros en Formación Inicial en la elaboración de Unidades Didácticas de Enfoque Investigador*. Universidad de Sevilla, España.
- Villamil, L. (2008). La noción de obstáculo epistemológico en Gastón Bachelard. *Espéculo. Revista de estudios literarios*. Universidad Complutense de Madrid, España.

El desarrollo profesional de una profesora de secundaria en un programa de investigación-acción en la enseñanza aprendizaje de la fotosíntesis

Ruiz^a, C., Pinto^b, F., Domingos-Grilo^b P. y Mellado^a, V.

^a *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Universidad de Extremadura cruiz@unex.es*

^b *Escola Secundaria D. Sancho II, Elvas, Portugal*

RESUMEN

Presentamos parte de un programa de investigación-acción que se basa en la reflexión metacognitiva. Los participantes son cuatro profesores de ciencias en un centro de secundaria en Portugal durante los cursos académicos 2004-05 y 2005-06. Durante el estudio se analizaron la evolución los métodos de enseñanza y de las acciones en el aula, a partir de las grabaciones de sus clases, así como la evolución de las ideas alternativas de sus alumnos acerca de conceptos de la fotosíntesis. La presente comunicación se centra en una profesora experimentada. Los resultados mostraron que la reflexión de la profesora sobre las ideas alternativas de sus alumnos y sobre su propia enseñanza en el aula la llevó a planear nuevas unidades didácticas para el segundo año, donde se consideraron nuevas estrategias, recursos y actividades. El programa sólo ha contribuido parcialmente al desarrollo profesional de la profesora. La evolución conceptual de las ideas alternativas de sus alumnos ha sido desigual.

Palabras clave

Desarrollo profesional, investigación-acción, profesores de secundaria, enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis, ideas de los alumnos.

INTRODUCCIÓN

El profesor determina el éxito o el fracaso de toda reforma educativa. El comprender el desarrollo profesional de los profesores de ciencias se ha convertido en uno de los principales objetivos de la investigación en didáctica de las científicas (Hewson, 2007), y es un elemento esencial en la planificación práctica de programas de formación docente.

Nuestro trabajo forma parte de un programa de desarrollo profesional de profesores de educación secundaria de ciencias, que ha sido llevado a cabo por varios equipos de profesores-investigadores de centros de secundaria en España, Portugal y Argentina, centrándose en diferentes contenidos de las ciencias (Bañas et al., 2009; Domingos-Grilo et al., 2009; Peme-Aranega et al., 2011; Vázquez et al., 2010).

Este trabajo forma parte de un programa de investigación-acción, con profesores portugueses de biología de un mismo Centro de Secundaria, sobre la enseñanza y el aprendizaje de la fotosíntesis, durante los cursos 2004-05 y 2005-06. Aunque en esta

comunicación nos centramos en el caso de Sofía, los objetivos generales y la metodología presentan aspectos comunes con los casos de los otros profesores del grupo (Domingos-Grilo et al., 2012).

El desarrollo profesional en profesores de ciencias

La investigación en didáctica de las ciencias ha estado dominada desde la década de los 80 por el paradigma constructivista, que ha supuesto en muchos aspectos un avance considerable en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia. Los programas constructivistas para el desarrollo profesional de los profesores han evolucionado desde el cambio conceptual por sustitución hasta un proceso de cambio gradual. Estos programas incorporaron progresivamente nuevos conceptos como la ecología conceptual y el estado cambiante de las ideas, e introdujo perspectivas compartidas con otras líneas como la investigación-acción o la metacognición (Hewson et al. 1999; Mellado et al. 2006).

Los profesores con experiencia tienen creencias y modelos acerca de la enseñanza de la ciencia muy estables y resistentes al cambio, habiendo sido formados y consolidados en y a lo largo de su proceso educativo y en sus carreras profesionales (Jeanpierre et al. 2005).

En algunos casos, esta resistencia es porque están satisfechos con los modelos educativos que han consolidado a través de su experiencia profesional. En otros casos, es porque existen obstáculos en el sistema educativo y en los propios profesores que refuerzan los modelos tradicionales (Peme-Arenaga et al. 2011; Vazquez et al. 2010).

El desarrollo profesional de los docentes se estimula por los sucesivos procesos de autorregulación metacognitiva, sobre la base de su reflexión, la comprensión y el seguimiento de lo que piensan, sienten y hacen, y de los cambios que se ponen en práctica (Bañas et al. 2009).

La enseñanza aprendizaje de la fotosíntesis

Para los profesores de ciencias, el eje de su desarrollo profesional es la didáctica de las ciencias, tanto en lo que respecta al contenido que enseñan, a su papel en la clase, como a las estrategias de enseñanza que utilizan (Abell 2007). A partir de los estudios de Shulman (1986) se considera que los profesores desarrollan un conocimiento didáctico del contenido específico para cada materia, que es elaborado de forma personal en la práctica de la enseñanza, que constituye un cuerpo de conocimientos, y que es una forma de razonamiento y acción didáctica por medio de la cual cada profesor transforma la materia de su asignatura en representaciones comprensibles a los estudiantes. Esto significa que los conocimientos profesionales, así como los recursos, actividades y estrategias de enseñanza, y en consecuencia el desarrollo profesional deben estar estrechamente relacionados con los contenidos concretos que imparte el profesor (por ejemplo en el caso estudiado aquí la fotosíntesis) y no en sentido abstracto (Abd-El-Khalick 2006; Kapyla et al. 2009; Park et al. 2011).

Numerosos estudios en didáctica de las ciencias han investigado las ideas alternativas de los alumnos en relación con los conceptos científicos. Estas ideas están profundamente arraigadas y frecuentemente no coinciden con las teorías científicas. En nuestro caso particular, los alumnos de educación secundaria tienen ideas alternativas sobre fotosíntesis muchas de las cuales persisten incluso después de abandonar la escuela (Cañal, 1999, Charrier et al. 2006, Haslam y Treagust 1987, Sacit Köse 2008).

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- a) ¿Cómo evoluciona la práctica en el aula de Sofía a lo largo de los dos años de investigación después de participar en el programa de investigación-acción?
- b) ¿Cuáles son las ideas alternativas de los alumnos acerca de la fotosíntesis en secundaria obligatoria en el centro estudiado?
- c) ¿Cómo evolucionan las ideas alternativas de los alumnos como resultado del desarrollo profesional de Sofía? ¿La evolución conceptual de los alumnos permanece o es temporal?

METODOLOGIA

Este estudio está centrado en Sofía, Bióloga y profesora desde hace 14 años. La investigación se llevó a cabo durante los cursos 2004-05 y 2005-06 y se centró en alumnos portugueses de Enseñanza secundaria de 10º año (15-16 años) de la especialidad de Ciencias. Se seleccionaron estos alumnos puesto que es en este nivel de enseñanza en el que ellos se enfrentan a los conceptos cuyo aprendizaje se pretende investigar.

Uno de los aspectos analizados fue la influencia del desarrollo profesional de la docente sobre el aprendizaje de los alumnos, medido a través de la evolución de las ideas alternativas de éstos.

Para determinar la evolución conceptual de las ideas de los estudiantes sobre la fotosíntesis se diseñó un cuestionario que en la primera fase se aplicó antes de que la docente empezase el estudio de la fotosíntesis. En una segunda fase, el cuestionario se aplicó inmediatamente después de terminar el estudio del tema. Finalmente, el cuestionario se aplicó transcurridos ocho meses de la enseñanza del tema, lo que permitió verificar en qué medida ocurrió la evolución conceptual.

El análisis de los cuestionarios nos permitió además representar la evolución comparada de los distintos conceptos relacionados con la fotosíntesis a lo largo de los dos años de investigación. Para ello determinamos la diferencia entre el porcentaje de alumnos que contestaba correctamente a cada una de las cuestiones antes del estudio del tema e inmediatamente después del estudio del tema, así como antes del estudio del tema y transcurridos ocho meses sobre dicho estudio, todo ello en el primer y segundo año de investigación. Para determinar la evolución de la práctica en el aula de Sofía se grabaron en video cuatro clases tanto el primer como el segundo año durante el estudio de la fotosíntesis.

Las clases grabadas en video se utilizaron con dos fines. Uno de ellos, para estudiar el desarrollo profesional de la profesora a lo largo de los dos años del estudio, y por otro lado para que la profesora estudiase su actuación a lo largo del primer año y pudiese a través de una reflexión metacognitiva de su actuación, planificar junto a los otros profesores sus clases del segundo año.

Para cuantificar sus actuaciones en el aula procedimos a estudiar cada momento y analizar lo que realizaba la profesora cruzándolo con un sistema de subcategorías. Las acciones se clasificaron asociándose a dos modelos, uno que denominamos convencional/técnico propio de una enseñanza más tradicional, centrado sobre todo en la profesora y en la enseñanza, y otro investigativo/constructivista, más centrado en los alumnos y el aprendizaje. Todas las acciones fueron también consideradas dentro de la siguiente dicotomía, si reforzaban las ideas alternativas de los alumnos (R) o generaban

nuevas ideas alternativas (G), o, por el contrario, si facilitaban el cambio conceptual (F). Estos datos se organizan gráficamente según se muestra en los resultados en las figuras 1 y 2.

Entre el primer y segundo años se organizó un proceso de investigación acción y reflexión, el cual se produjo a través de la intervención con los cuatro profesores de secundaria, cuyo gran objetivo era el desarrollo profesional de los profesores participantes.

RESULTADOS

Para dar una visión global de la evolución de la práctica de Sofía durante los dos años de la investigación, los resultados se han representado gráficamente de forma cuantitativa. En la figura 1 se muestra la evolución de las acciones llevadas a cabo en la práctica del aula de Sofía durante la enseñanza de la fotosíntesis en las seis categorías establecidas, para las dos orientaciones básicas, convencional/técnica e investigativo/constructivista, durante los dos años de investigación. Durante el primer año predominan nítidamente las acciones que colocan la docente claramente en un contexto de enseñanza basado en el modelo convencional/ técnico.

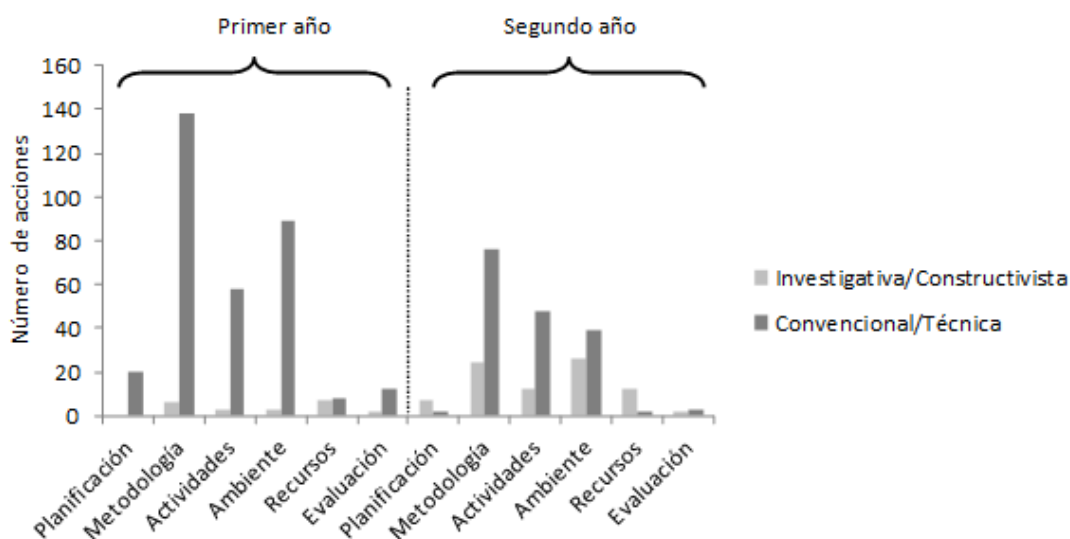


Figura 1. Evolución de los modelos de enseñanza de Sofía en su práctica lectiva

Después de la intervención metacognitiva, durante el segundo año, este número de acciones disminuye mientras que aumenta el número de acciones de índole investigativo/constructivista. Sin embargo, excepto en el caso de las categorías de planificación y recursos y materiales, las acciones de tipo convencional/técnico continúan predominando sobre las de tipo investigativo/constructivista. Cabe destacar que la planificación, los recursos y materiales fueron elaborados en conjunto con los demás profesores durante la etapa de intervención.

En Figura 2 se representa gráficamente la evolución experimentada entre el primer y segundo año de investigación, de las acciones en el aula que generan (G) o refuerzan (R) ideas alternativas de los alumnos, o las que facilitan el cambio conceptual (F).

Durante el primer año predominan claramente las acciones que favorecen o generan concepciones alternativas en los alumnos, mientras las acciones que facilitan el cambio conceptual son prácticamente inexistentes en la enseñanza de Sofía.

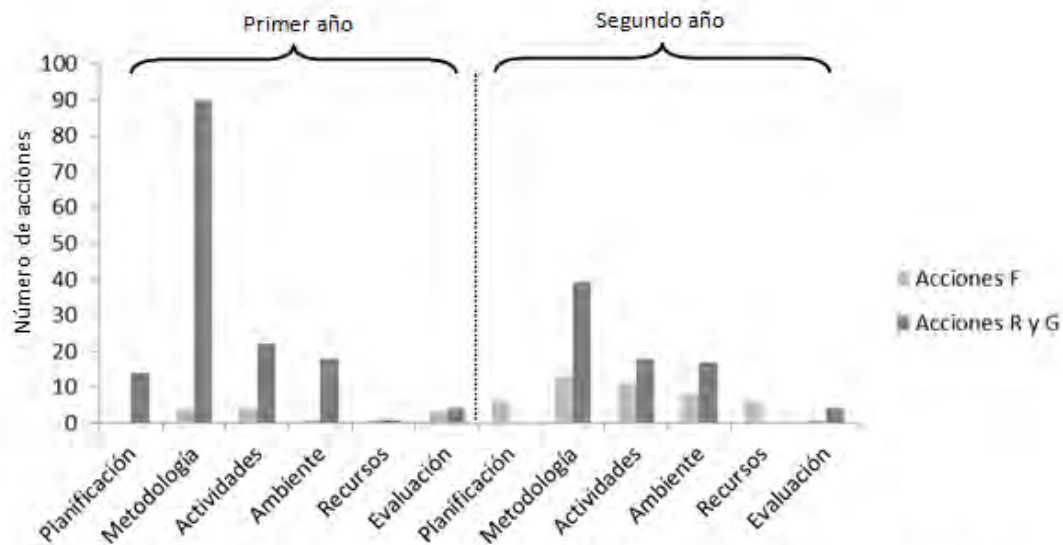


Figura 2. Evolución de las acciones de Sofía en su práctica lectiva que generan (G), refuerzan (R) o facilitan (F) la evolución conceptual de sus alumnos

Durante el segundo año, después de la intervención metacognitiva, observamos un aumento en el número de acciones que facilitan la evolución conceptual de los alumnos pero continúan predominando las que refuerzan o generan concepciones alternativas en todas las categorías, con excepción de las categorías de planificación, y recursos y materiales. Una vez más señalamos que la planificación, los recursos y materiales fueron elaborados en conjunto con la investigadora y los demás profesores durante la etapa de intervención.

En las figuras 3 y 4 representamos los resultados relativos a la evolución de los alumnos de la profesora Sofía a lo largo de la investigación. En la figura 3 está representado el porcentaje de variación de las ideas de los alumnos de Sofía sobre la fotosíntesis antes e inmediatamente después de la enseñanza del tema en los dos años del estudio.

En el Figura 4 representamos la evolución de las ideas de los alumnos, detectadas antes del estudio de la fotosíntesis y transcurridos ocho meses, tanto en el primer como en el segundo años de investigación. El análisis de este gráfico permite verificar que durante el primer año la enseñanza basada predominantemente en el modelo convencional/técnico no fue efectiva a la hora de lograr la evolución conceptual de los alumnos. Con excepción de los conceptos relacionados con la finalidad de la fotosíntesis y el origen del oxígeno, en los cuales la evolución fue francamente positiva, en tres de ellos dicha evolución fue negativa (conceptos relacionados con las necesidades nutricionales de las plantas para la fotosíntesis, la luz y la fotosíntesis, fotosíntesis en procariontas) o positivas pero de poco incremento (principal órgano fotosintético en plantas, conceptos relacionados con los seres que realizan la fotosíntesis, fotosíntesis en eucariotas y con la fotosíntesis y la respiración en las plantas). Incluso inmediatamente después de la enseñanza del tema los resultados revelaron una evolución negativa de los alumnos en la mayor parte de los conceptos (figura 3).

A lo largo de los ocho meses algunos alumnos lograron invertir esta tendencia como se puede constatar en la figura 4.

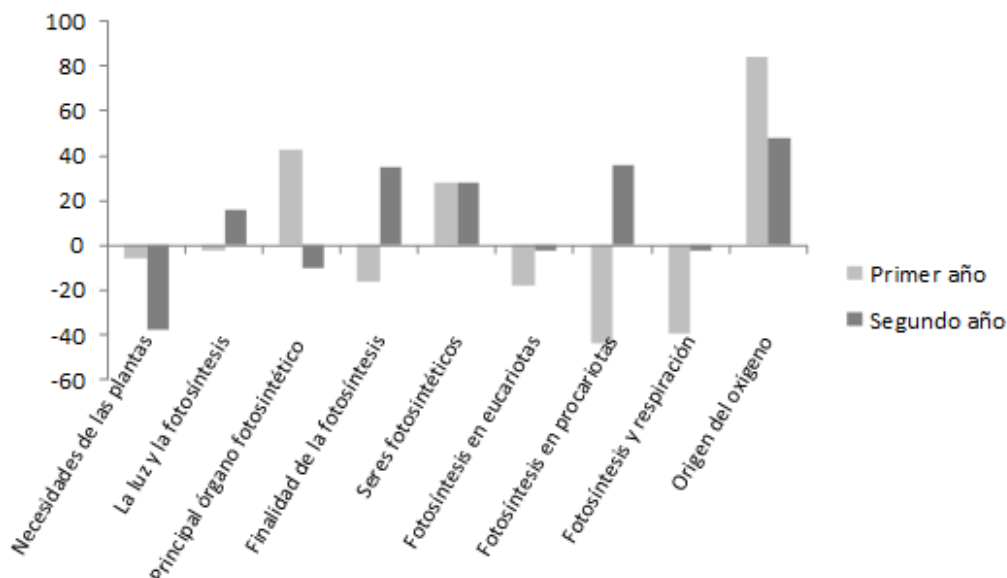


Figura 3. Porcentaje de variación de las ideas de los alumnos de Sofía sobre la fotosíntesis antes e inmediatamente después de la enseñanza del tema en los dos años del estudio

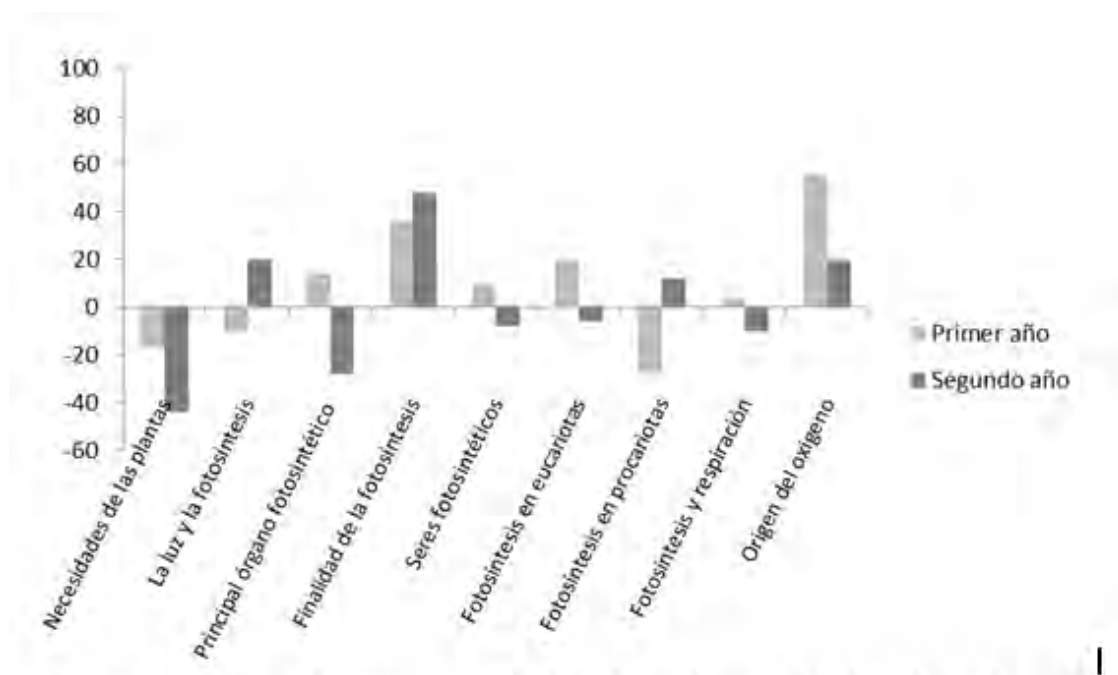


Figura 4. Porcentaje de variación de las ideas de los alumnos de Sofía sobre la fotosíntesis antes y ocho meses después de la enseñanza del tema en los dos años del estudio

Durante el segundo año, en el cual la docente planificó según el modelo investigativo/constructivista, pero reveló algunas dificultades en realizar esta metodología en el aula, verificamos que, inmediatamente después del estudio del tema (Figura 3) los alumnos tuvieron una evolución positiva en conceptos como la luz y la fotosíntesis, finalidad de la fotosíntesis, seres fotosintéticos, fotosíntesis en procariontas y origen del oxígeno Sin embargo, pasados ocho meses existió una regresión de los alumnos en los conceptos relacionados con las necesidades nutricionales de las plantas (-43,3%), con el principal órgano fotosintético en plantas (-25,1%), con los seres que realizan la fotosíntesis (-7,7%), con la fotosíntesis en eucariotas (-5,6%) y con la

fotosíntesis y la respiración celular (-10,5%). En los demás conceptos la evolución fue positiva, 17,6% en la relación entre la luz y la fotosíntesis, 43,6% en la finalidad de la fotosíntesis, 10,5% en la fotosíntesis en procariotas y 17,5% en los conceptos relacionados con el origen del oxígeno.

CONCLUSIONES

En el segundo año de investigación, después del proceso de reflexión, Sofía hizo un esfuerzo por utilizar una metodología de orientación investigativa/constructivista, aunque en algunas situaciones la planificación realizada según esta perspectiva no fuese utilizada realmente en el aula. En la planificación y en los recursos utilizados, Sofía se enmarcó en la orientación investigativa/constructivista. En la metodología, las actividades, el ambiente de clase y la evaluación continuó predominando la tendencia convencional/técnica. Sin embargo, ponemos de manifiesto que incluso en estas últimas categorías aumentó considerablemente el número de acciones asociadas a una metodología investigativa/constructivista, disminuyendo el número de aquellas que se relacionan con la tendencia convencional/técnica.

Cuando relacionamos la actividad de Sofía durante el segundo año con la evolución conceptual de sus alumnos, verificamos que éstos sólo evolucionaron marcadamente (más de 30%) en la finalidad de la fotosíntesis. Hubo una evolución intermedia (entre 10 y 30%) en conceptos relacionados con el origen del oxígeno y con la necesidad de luz para la fotosíntesis. La evolución conceptual fue baja (inferior a 10%) en la fotosíntesis en células procarióticas. En los restantes aspectos la evolución fue negativa, en especial en los relacionados con la necesidad de las sales minerales para este proceso.

Del análisis de los resultados, podemos deducir que, en este caso, el proceso de reflexión metacognitiva realizado no fue tan eficaz a la hora de promover un cambio en la práctica en el aula de la profesora, que permitiese una evolución conceptual efectiva en los alumnos en lo que respecta a las ideas que manifestaron al inicio del estudio del tema sobre la fotosíntesis.

La evolución de la práctica es un proceso gradual y complejo, dependiente en gran parte del grado de interiorización del modelo de enseñanza aprendizaje que posea el profesor. La evolución en el caso de Sofía no fue tan marcada como en los otros profesores participantes (Domingos-Grilo et. al, 2012).

BIBLIOGRAFIA

Abd-El-Khalick, F.(2006). Preservice and experienced biology teachers' global and specific subject matter structures: implications for conceptions of pedagogical content knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1), 1–29.

Abell, S.K. (2007). Research on science teacher knowledge. In *Handbook of research on science education*, ed. S.K. Abell and N.G. Lederman, 1105–40. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Bañas, C., López, A., Mellado, V. y Ruiz, C. (2009). Metacognition and professional development of secondary education science teachers: a case study. *Journal of Education Research*, 3(1/2), 129–48.

Cañal, P.(1999). Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: an inevitable misconception? *International Journal of Science Education*, 21(4), 363–71.

- 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), 401–10.
- Domingos-Grilo, P., Mellado,V., Reis-Grilo, C. y Ruiz, C. (2009). The effect of secondary teachers' professional development on their students' alternative ideas on photosynthesis. Comunicación presentada al International Conference Science Education Research in Europe. Istanbul, September 2009.
- Domingos-Grilo, P., Reis-Grilo, C., Ruiz, C. y Mellado, V. (2012). An Action-Research Program with Secondary Education Teachers' on Teaching-learning Photosynthesis. *Journal of Biological Education*, 46(2), 72-80.
- Haslam, F. y Treagust, D.F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a twotier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203–11.
- Hewson, P.W. (2007). Teacher professional development in science. *In Handbook of research on science education*, ed. S.K. Abell, and N.G. Lederman, 1177–202. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Hewson, P.W., B.R. Tabachnick, B.R. , Zeichner, K.M. y Lemberger J. (1999). Educating prospective teachers of biology: findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, 83(3), 373–84.
- Jeanpierre, B., Oberhauser K. y Freeman, C. (2005). Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. *Journal of Research in Science Teaching* 42(6), 668–90.
- Kapyla, M., Heikkinen, J.P. y Asunta, T. (2009). Influence of content knowledge on pedagogical content knowledge: the case of teaching photosynthesis and plant growth. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1395–415.
- Mellado, V., Ruiz, C., Bermejo, M.L. y Jiménez, R. (2006). Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers. *Science and Education* 15(5), 419–45.
- Park, S., Jang, J.-Y., Chen, Y.-C. y Hung, J. (2011). Is Pedagogical Content Knowledge (PCK) necessary for reformed science teaching? Evidence from an empirical study. *Research in Science Education*, 41(2), 245–60.
- Peme-Aranega, C.M., Mellado,V., de Longhi, A. L., Ruiz, C., Moreno, A. y Argañaraz, M.R. (2011). Educational change in two secondary science teachers with different levels of experience participating in a longitudinal program of professional development. *In Secondary education in the 21st century*, ed. S Daniel Beckett, 57–80. New York: Nova Science Publishers:
- Sacit Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal* 3(2), 283–93.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Vázquez, 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), 417–32.

Dificultades en la construcción del conocimiento científico detectadas analizando grabaciones de una actividad con maestros en formación.

Sáez Bondía, M.J. y Cortés Gracia, A.L.*

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

**Grupo Consolidado de Investigación Aplicada BEAGLE. acortes@unizar.es*

RESUMEN

El estudio de actividades mediante el análisis de grabaciones de video permite a profesores y estudiantes detectar y reflexionar sobre diversos aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje difíciles de abordar desde una perspectiva convencional. En este trabajo se muestran los resultados de una experiencia piloto basada en la aplicación de una metodología de análisis de actividades prácticas que conlleva la grabación en video, la transcripción de sus contenidos y el análisis cuantitativo y cualitativo de los mismos. Esta experiencia nos ha permitido detectar una serie de dificultades y sus estrategias de resolución, no siempre declaradas en los informes del alumnado, con las que se encuentra un grupo de estudiantes al involucrarse en actividades prácticas de ciencias naturales, trabajando en equipo con un alto grado de autonomía.

Palabras clave

Análisis de videos, actividades prácticas, formación de maestros, indagación.

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual demanda al alumnado la adquisición de competencias científicas de alto nivel como las que se mencionan en los informes PISA (OECD, 2010). Esta visión sobre el conocimiento y las tareas del alumnado implica reconsiderar los procesos de enseñanza y aprendizaje. La aplicación de metodologías basadas en la indagación puede ayudar a alcanzar estos objetivos y así se recomienda en diversos informes recientes (Rocard et al., 2007; Osborne y Dillon, 2008). En este contexto, la preparación de maestros y maestras en torno a estas metodologías debería ser uno de los principales objetivos de las asignaturas de didáctica de las ciencias. La formación inicial debe preparar al futuro docente a reflexionar sobre su práctica (Zeichner, 1993), centrarse en determinados temas, establecer modelos, ejercer la capacidad de observación, de análisis, de metacognición y de metacomunicación (Lafortune et al., 1998).

No obstante, la puesta en práctica de esos enfoques metodológicos no es fácil y los investigadores muestran diversas dificultades presentes a la hora de planificar y aplicar propuestas basadas en la indagación (Anderson, 2002; Flick y Lederman, 2006; Cañal et al., 2008; Pozuelos et al., 2010). Por este motivo, consideramos importante desarrollar nuevas metodologías de análisis de las actividades basadas en la indagación o investigación escolar, lo que facilitará la detección de las deficiencias presentes en las mismas para determinar propuestas de mejora.

La grabación en video de las actividades y su posterior análisis es una herramienta cada vez más utilizada para la investigación sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, así como en la preparación del profesorado (Goldman et al., 2007; Baecher y Kung, 2011, entre otros). En este trabajo se muestran los resultados de una experiencia piloto de análisis de actividades a través de grabaciones de video. Se manifiestan las barreras o dificultades, (obstáculos según Cañal et al. 2008), con las que se encuentran los maestros en formación durante la realización de una actividad práctica incluida en su preparación en materia de Didáctica de las Ciencias Experimentales. El principal objetivo de la misma consiste en evaluar, a través de la experiencia propuesta, tanto la actividad desarrollada por los estudiantes como el propio procedimiento de análisis, con el fin de establecer una metodología basada en el análisis de grabaciones en video para poder llevar a cabo el estudio de las actividades en contextos de indagación.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Objetivos de la actividad planteada al alumnado.

Esta actividad está diseñada para familiarizar al alumnado con las actividades prácticas en Biología aprovechando las características del trabajo de campo y laboratorio asociado normalmente a las ciencias naturales. Los objetivos que se buscan son los que se suelen especificar al hablar de indagación asociada a las actividades de campo, retomando las ideas indicadas desde hace años (Del Carmen y Pedrinaci, 1999): a) enfrentarse con problemas reales para buscar soluciones y desarrollar iniciativas; b) aprender técnicas para el trabajo de campo, (toma de datos, realización de esquemas); c) continuar en el aula o laboratorio el análisis de datos y la construcción de evidencias; y d) comunicar las interpretaciones y resultados de la experiencia.

Para lograr lo anterior, las actividades comienzan en el aula con anterioridad a la salida, formulándose cuestiones que deben tener un significado claro para los estudiantes y que sintetizan y guían el trabajo en el campo. Así, la salida juega un papel fundamental en la recogida de datos, construcción de evidencias y contrastación de hipótesis, aunque, seguramente, durante la misma surgirán nuevos problemas y nuevas hipótesis que no siempre podrán ser abordadas “in situ”. Por tanto, será importante valorar suficientemente el trabajo posterior a la salida de campo para que ésta no quede en una simple “excursión”. Los docentes deben ayudar al alumnado a reflexionar sobre todo el proceso, sobre la modificación de sus conocimientos, a valorar el grado de certeza de sus conclusiones y a facilitar la comunicación de éstas al resto de sus compañeros.

Si trasladamos lo anterior al contexto de la formación de maestros, entendemos que sólo lograremos que éstos sean capaces de aplicar metodologías por indagación si somos capaces de trabajar con ellos en los mismos términos. Pero quizás para ello debamos reconsiderar el peso de los conceptos científicos en las asignaturas de didácticas específicas, dedicar mayor atención a aspectos metodológicos o de construcción del conocimiento científico y debamos priorizar la realización de actividades de síntesis que den lugar a producciones cooperativas y a concebir nuevos problemas.

Finalidad de la investigación presentada.

Uno de los problemas que nos encontramos es que, en muchas ocasiones, cuando se utilizan ese tipo de metodologías, el profesorado sólo puede evaluar las producciones finales de los estudiantes, perdiéndose buena parte del proceso. Este hecho es especialmente relevante cuando las tareas encomendadas implican trabajo en equipo y un alto grado de autonomía por parte del alumnado. Es en este punto donde el estudio

detallado del proceso a través del análisis de las grabaciones en video puede dar información sobre los obstáculos o dificultades encontradas y ayudar a buscar estrategias para mejorar las propuestas presentadas al alumnado.

Metodología para el análisis de la actividad.

La actividad analizada se tituló “Los árboles y arbustos del campus universitario” y consistía, básicamente, en familiarizar a los futuros maestros con la observación de elementos naturales, toma de datos, realización de esquemas e identificación de ejemplares mediante claves sencillas. Se realizó durante el primer semestre del curso 2011-2012 en la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza, con alumnado de tercer curso de la diplomatura de Maestro de Educación Primaria. El grupo de clase era de 97 estudiantes, divididos en 4 grupos durante las actividades prácticas. Para la realización de la actividad, el alumnado contaba con el apoyo de dos profesores, material de consulta en Internet, bases de orientación con fichas de observación y libros para la identificación de las plantas (Carrasquer et al., 2001).

Actividad	Tareas (T) /Duración	Momentos(M)	Ejemplos	Documentos analizados
Los árboles y arbustos del campus universitario	T1: presentación de la actividad (presencial) 2 horas	M1a: Fundamentos científicos y didácticos de la actividad.	- Características generales de las plantas. - Conceptos implicados. - ¿Para qué sirven las prácticas de campo y laboratorio? ¿Qué podemos hacer con el alumnado de primaria? ¿Qué tenemos que hacer en esta práctica y cómo?	Presentación Power Point, materiales en red.
		M1b: Procedimientos de registro de datos en campo con ejemplos “in situ”.	- ¿Cómo y dónde vamos a trabajar? - ¿Qué datos debemos registrar? - Distribución de equipos y zonas de trabajo. - Aclaraciones sobre la base de orientación y la toma de datos con ejemplos reales. ¿Qué problemas surgen en este momento?	Base de orientación, mapa de localización y fichas para toma de datos. Grabación en video de la exposición del profesor.
	T2: toma de datos en el campo (presencial) 2 horas	M2a: Registro de datos del ejemplar (a)	- No se recogen muestras físicas de las plantas. Se realizan esquemas y fotografías que permitan la posterior identificación. - Tipo de datos registrados: Árbol/arbusto. Porte. Tipo de hojas y disposición en las ramas. Flores, frutos, otros rasgos. - Observaciones: incluidas las dificultades encontradas durante el registro de datos.	Grabación en video de todo el trabajo realizado en el campo y el laboratorio por uno de los equipo de clase.
		M2n: Registro ejemplar (n)	Todas las fichas de recogida de datos se entregan junto al informe final...	
	T3: identificación de ejemplares en el laboratorio (presencial) 2 horas	M3a: Identificación del ejemplar (a)	- Utilización de datos y evidencias para la identificación de los ejemplares. Uso de claves dicotómicas sencillas (adaptadas al nivel escolar). - Pasos seguidos para la identificación y evidencias utilizadas. - Dificultades encontradas.	
		M3n: Id. del ejemplar (n)	- Los resultados y las dificultades indicadas deben incorporarse al informe final.	
	T4: elaboración del informe final (no presencial)	M4: elaboración del informe	- Localización del ejemplar. Fotos / dibujos. - Proceso seguido para la identificación. - Nombre vulgar y científico del ejemplar. - Dificultades surgidas durante la actividad.	Producciones finales del alumnado: fichas originales de recogida de datos e informe.

Tabla I: Esquema general de la actividad con sus tareas y momentos analizados.

Para su estudio, se consideró una única actividad, dividida en varias tareas, cada cual con sus diferentes momentos de trabajo del alumnado (Tabla I). Durante las tareas 2 y 3 (y parte de la tarea 1) se llevó a cabo una grabación en video de todo el trabajo realizado por uno de los equipos participantes y de su interacción con el profesorado (P), previa autorización firmada de las alumnas participantes en esta experiencia piloto, a las que llamaremos: Natalia (N), Lucía (L) y Victoria (V). A partir del registro en video, se realizó una transcripción literal de todo su contenido (audio), añadiendo (entre

paréntesis en los textos) todos los demás datos observables en la grabación (gestos, dudas, manipulaciones, material empleado, etc.).

Como se ha comentado anteriormente, dentro de cada tarea incluimos distintos momentos, que corresponden al tiempo dedicado a cada uno de los ejemplares analizados (árboles y/o arbustos). Estos momentos fueron estudiados en detalle con el fin de observar las dificultades que aparecían a lo largo del proceso. Para su presentación en este trabajo, nos centraremos en los cuatro primeros momentos, ya que se observó que a partir del 4º momento, tanto las dificultades como el tiempo de resolución no presentaban variaciones significativas a nivel cuantitativo y cualitativo.

RESULTADOS

Tipos de resultados obtenidos.

Las dificultades observadas en los diferentes momentos fueron clasificadas en varios tipos (tabla II): 1) conceptuales asociadas a la materia, 2) conceptuales no asociadas a la materia, 3) procedimentales y 4) actitudinales. A su vez, se estableció un código donde se indica cómo se han resuelto las mismas: a) ayuda del profesor, b), ayuda del libro-guía c) establecimiento de un debate, d) uso de la comparación, e) uso de conocimientos previos (o adquiridos durante la actividad) y f) sin resolución. Por otra parte, con el fin de poder asociar la transcripción con los problemas detectados y su resolución, se asignó un código de colores a cada tipo citado. Los códigos de texto y colores se utilizarán en el resto de tablas y figuras que aparecen en este trabajo.

Dificultad		Codificación
Conceptual	Asociada a la materia	CM
	No asociada a la materia	CNA
Procedimental		PR
Actitudinal		A
Resolución		Codificación
Profesor		P
Guía de apoyo		G
Debate		D
Comparación		C
Conocimientos previos y/o adquiridos durante la actividad		CP
Sin resolución		SR

Tabla II: Código de colores para las dificultades y modos de resolución.

Una vez detectadas las dificultades en la transcripción (Tabla III), se elaboró una tabla resumen en la que se incluían el tipo de dificultad, la forma de resolución del problema ante el que se encontraron las alumnas, el tiempo invertido en solucionar la dificultad y un código numérico que permite localizar y seguir la información desde su origen. Tras ello, se estudió la asociación entre dificultades concretas y estrategias de resolución, así como la importancia relativa de cada dificultad a lo largo de la actividad y la evolución de los tipos de problemas en los distintos momentos. Atendiendo al objetivo prioritario de la actividad propuesta al alumnado, donde se pretende que los futuros docentes conozcan las distintas etapas de la investigación escolar y sus dificultades, también se analizó el informe final entregado por las alumnas objeto del estudio, comparando las dificultades observadas a lo largo del proceso con las declaradas por las mismas. Es en este punto donde podemos obtener datos que nos permitan conocer lo que realmente han aprendido en términos de indagación y metacognición.

Dificultad	Transcripción y codificación	Comentarios
conceptual asociada a la materia	V: ... no dejaban cicatriz ... L: ¿Y eso cómo la sabes? V: Mamelón N: ¿El qué? V: Mira la rama, (...) a ver si en la ramita hay marcas de que se han caído las hojas.	El libro preguntaba si eran hojas que al caer dejaban cicatriz oval o mamelón.
conceptual no asociada a la materia	L: A ver, altura. (...) L: Me pongo yo y ya está, je, je V: A lo mejor lo cortan. N: Ya, pero estos arbustos no suelen crecer muy altos.	Durante la descripción de los ejemplares tienen problemas con la determinación de sus dimensiones, colores, formas, etc.
procedimental	N: ... ya, pero ahora tenemos que ir ¿hasta qué página, 52-53? L: Sí, ...53 (Pasan las hojas del libro de claves dicotómicas) Palmeadas (no lo encuentran en el libro)...eso lo hemos puesto más abajo, ¿no? N: A ver, pasa L: ... pero es que esto es ya la 54...¡¡profe!!! A ver, hemos hecho ya el primer paso, hemos terminado el desarrollo, ¿no?, entonces, arbusto, entonces no vamos a la 53 (refiriéndose a la página)... P: No, no, aquí... L: ¡Ah! Vale P: Aquí, al paso 53 L: ¡Ah! Está. Las palmeadas.	Pese a que toda la clase ha recibido explicaciones sobre cómo utilizar la clave dicotómica, en los primeros momentos de su utilización no saben si los números hacen referencia a pasos en la clave o a páginas del libro.
actitudinal	(No lo encuentran, buscan en el otro libro...) L: No aparecen los típicos aquí. No aparece ni la palmera ni el olivo, pero aparece el <i>pacomajo</i> ... (algunos nombres les suenan raros) N: Escúchame, ponemos que no hemos llegado a ningún ejemplar y no aparece, entonces hemos vuelto a empezar. (Vuelven a empezar y realizan varios intentos...) V: 62 L: 62, mayor de 2 cm... si 64... 65, otra vez... a la 68 ¿dónde está aquí el olivo, tía? Vamos a ir al revés. (Buscan en el libro hoja por hoja...) L: ¡Profe!, esto es un olivo sí o sí y aquí no aparece el olivo A: ¿No aparece? Mirad en el índice final L: ¡Olivo! V: Olivo... 62. L: (Disculpándose) Sólo queríamos ver si estaba o no.	Previamente se indicó que algunos ejemplares no aparecían en ninguno de los dos libros usados. Aquí lo utilizan como excusa ante una identificación que se les resiste. Saben que es un olivo, pero prefieren suponer que no está en el libro en lugar de admitir dificultades conceptuales o intentar confirmar su existencia en la guía.

Tabla III. Ejemplos de dificultades y formas de resolución detectadas durante el análisis de las transcripciones de los videos. En la columna de la derecha se han añadido algunos comentarios para contextualizar las frases extraídas de las transcripciones.

Presentación e interpretación de los resultados.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que los momentos son repeticiones metodológicas en los que el alumno reflexiona y actúa intentando resolver situaciones problemáticas. Como quizás podía preverse, conforme se incrementa la experiencia del alumnado, el número de dificultades se va reduciendo en todos los tipos de dificultades analizadas (figura 1A). Es importante destacar que esta experiencia piloto se realizó sobre un sólo equipo de clase y que su análisis no permitiría generalizar este hecho y extrapolarlo directamente al resto del alumnado. Estos datos concuerdan también con el tiempo invertido en cada problema y su resolución.

Resulta interesante analizar el número de dificultades de cada tipo que aparecen a lo largo de toda la actividad. Se observan bastantes dificultades no asociadas a la materia como, por ejemplo, cuál es el tamaño de una hoja, la altura de una determinada planta o el color exacto de la misma. Ya que se trata de un tipo de problema que nos interesa reducir, tal vez sería interesante aportar al alumnado una base de orientación todavía más detallada, haciendo explícita la importancia o no de este tipo de datos. Si separamos las dificultades observadas por tareas (figura 1B), se observa que la mayor parte de las no asociadas a la materia aparecen en la primera parte de la actividad, por lo que el planteamiento anteriormente mencionado podría ser útil para eliminar este problema.

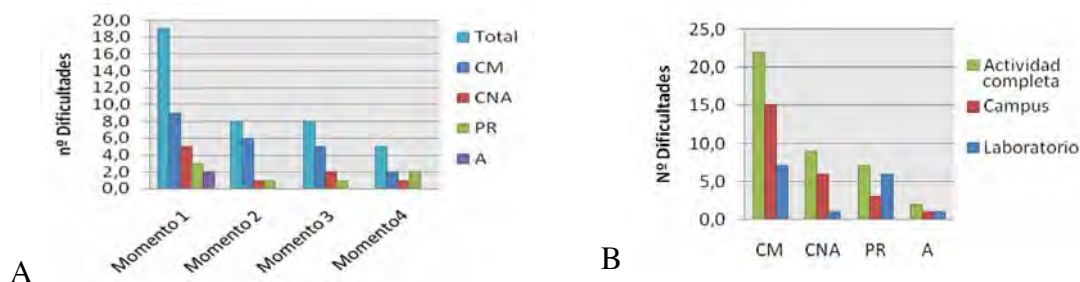


Figura 1. A: Número de dificultades observadas en los cuatro primeros momentos de la actividad. B: Número de dificultades de cada tipo observadas a nivel general y por tareas.

También parece interesante destacar el modo de resolución de cada tipo de dificultad. Aquí es donde observamos qué mecanismos utilizan las alumnas objeto del estudio para resolver los problemas que van surgiendo y su evolución a lo largo de cada momento:

Dificultades conceptuales asociadas a la materia. La utilización de la guía aparece de forma más o menos constante, mientras el debate va haciéndose cada vez menos frecuente. Consideramos que esta reducción en el uso del recurso se puede deber no sólo a la sistematización del proceso, sino al propio cansancio de las alumnas. El uso de la comparativa y de los conocimientos previos va incrementándose a lo largo de los momentos analizados (figura 2A).

Dificultades conceptuales no asociadas a la materia. Parece que el modo de resolución de este tipo de dificultades se basa en la utilización de conocimientos previos y el uso de comparaciones con objetos (figura 2B). No se observa la ayuda del profesor ni el apoyo de ningún tipo de guía para su resolución.

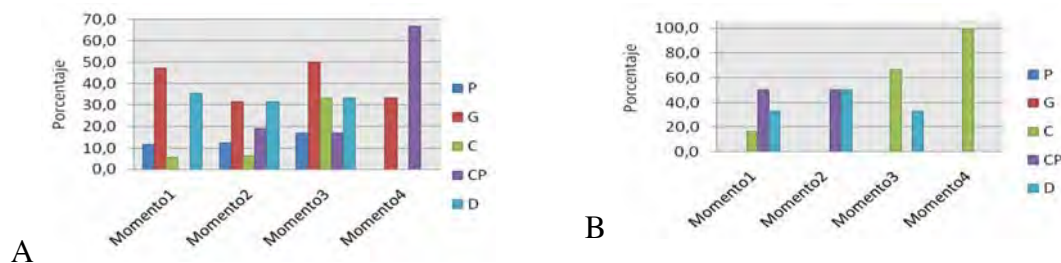


Figura 2. Tipo de resolución (en porcentajes) de las dificultades conceptuales asociadas a la materia (A) y de las dificultades conceptuales no asociadas a la materia (B) en los cuatro primeros momentos de la actividad.

Dificultades actitudinales. Aparecen pocas y la resolución de las mismas no sigue un patrón determinado (ver ejemplo en tabla III).

Dificultades procedimentales. En éstas juega un papel fundamental el profesorado, que está presente en todos los momentos analizados.

Como se observa, la ayuda del profesor es fundamental para la resolución de dificultades conceptuales asociadas a la materia y procedimentales. Esta ayuda no es homogénea en todas las tareas ya que, cuando los alumnos estaban en el campo, el profesor aparecía sólo de forma puntual para ayudar a los diferentes equipos. Por el contrario, en el laboratorio, donde estaba presente en todo momento, su ayuda era reclamada con frecuencia por los estudiantes. Otro aspecto a considerar es el establecimiento de pequeños debates observado entre las alumnas para la resolución de todo tipo de dificultad que iba surgiendo. El hecho de establecer una discusión hasta

finalmente llegar a un acuerdo es un aspecto muy positivo en este tipo de actividades. Con el uso de la reflexión y la exposición de la diversidad de opiniones que aparecen, los alumnos van construyendo sus propios conocimientos. Cabe destacar también la importancia de los roles sociales dentro del equipo. En este caso, desde el comienzo de la actividad se observa un establecimiento de papeles por parte de cada uno de los miembros del grupo que prácticamente no se modifica en toda la actividad.

Dificultades declaradas frente a dificultades observadas.

El informe final entregado por las alumnas mostraba todos los puntos que el profesorado había indicado, entre ellos, los problemas con los que se habían encontrado a lo largo de toda la actividad. Esto parece indicar que las alumnas han comprendido el objetivo de la misma. Sin embargo, existe alguna discordancia entre el informe final y las grabaciones realizadas (tabla IV), ya que, en muchos casos, las alumnas conocen o intuyen el resultado final y van directamente a la búsqueda del mismo sin darle importancia a todo el proceso de identificación, que es lo que realmente se pretende.

L: ... a la 23 ... y nos manda ... a la yuca ¿otra vez a la yuca?...
V: No sé...
N: No, antes era la yuya (tuya)
L: Es una palmera, tía.
V: Es una yuca
L: ¿Qué ficha era?
N: Antes era un ciprés, así que...
L: Ni de... Vamos a ir más despacio... Igual nos hemos equivocado en el paso de ...

Tabla IV. Dificultad real y sus intentos de resolución que no ha sido plasmada en el informe.

Las dificultades declaradas coinciden en todos los casos con dificultades observadas. Sin embargo, en el informe final sólo aparecen indicadas una o dos dificultades por cada momento, que coinciden en la mayor parte de los casos con el problema en el que más tiempo han invertido. En el caso estudiado, todos los problemas enfatizados por las alumnas aparecen únicamente durante la parte de la actividad que se realiza en el laboratorio, no indicando en ningún momento que quizás el problema detectado procede de una mala toma de datos o de las ideas previas presentes durante el trabajo en el campo. Además, cabe destacar que todos los problemas declarados tienen en común la aparición del profesor durante su resolución. En ningún caso declaran dificultades relacionadas con la actitud ni ajenas a la materia.

CONSIDERACIONES FINALES

La experiencia descrita nos permite valorar la eficacia de las grabaciones de video como herramienta de análisis de actividades prácticas, no sólo desde el punto de vista de los logros o las dificultades presentadas por los alumnos, sino en otros muchos aspectos como son las fases y tiempos reales del proceso, el grado de autonomía del alumnado, las interacciones sociales que se producen dentro del grupo, etc. Sin embargo, como experiencia piloto, entendemos que se deben plantear mejoras tanto en aspectos técnicos como didácticos:

- sistematizar todo el proceso de análisis a través de la creación de bases de datos, colecciones y cortes de video tratados con programas específicos (Transana),
- grabar entrevistas personales al alumnado de forma que hagan explícitos algunos detalles que no quedan claros en el registro de video,
- realizar un inventario y establecer una clasificación definida de dificultades y estrategias de resolución para su uso en futuros análisis,

- buscar recursos para evitar la aparición de dificultades no asociadas a la materia, que conlleven mucho tiempo durante la resolución de los problemas,
- dejar claro al alumnado cuál debería ser el papel del profesor durante la actividad, procurando trabajar de la forma más autónoma y reflexiva posible, y
- lograr que profesorado y alumnado perciban el mismo significado en los objetivos de las actividades y tareas.

AGRADECIMIENTOS

Grupo Consolidado de Investigación Aplicada BEAGLE (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo). Proyecto EDU2011-27098 del MEC.

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, R.D. (2002). Reforming science teaching: what research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13 (1), 1-12.

Baecher, L.H. & Kung S.C. (2011). The Online “Supplemental” Workshop: Course Enrichment to Support Novice Teachers’ Analysis of Classroom Video. *Journal of Online Learning and Teaching*, 7 (1), 108-117.

Cañal, P., Criado, A.M., Ruiz, N.J. & Herzel, C. (2008). Obstáculos y dificultades de los maestros en formación inicial en el diseño de unidades didácticas de enfoque investigador: el inventario general de obstáculos. In M.R. Jiménez Liso (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 344-353). Almería: Ed. Univ. Almería.

Carrasquer, J., Álvarez, M.V., Lafuente, A. & Pérez, I. (2001). *Nuestros amigos los árboles y arbustos*. Teruel: Excmo. Ayuntamiento de Teruel.

Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. (1999). El uso del entorno y el trabajo de campo. In L. del Carmen (Ed.), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria* (pp. 133-154). Barcelona: ICE Univ. Barcelona.

Flick, L.B. & Lederman, N.G. (2006). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht: Kluwer Acad.

Goldman, R., Pea, R., B. Barron, B. & Derry, S.J. (Eds.) (2007). *Video research in the learning sciences*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Lafortune, L., Mongeau, P. & Pallascio, R. (1998). *Métacognition et compétences réflexives*. Montréal: Ed. Logiques.

OECD (2010). *PISA 2009 Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Paris: OECD Publishing.

Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. London: The Nuffield Foundation.

Pozuelos, F.J., Travé G. & Cañal, P. (2010). Inquiry-Based Teaching: Teachers Conceptions, Impediments and Support. *Teaching Education*, 21 (2), 131-142.

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: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

Zeichner, K. (1993). El maestro como profesional reflexivo. *Cuadernos de Pedagogía*, 220, 44-45.

Propuesta indagativa para el aprendizaje de las fases de la luna y su causa. Análisis preliminar.

Uskola, A.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias experimentales.
Universidad del País Vasco UPV/EHU. araitz.uskola@ehu.es*

RESUMEN

En el marco de las recomendaciones señaladas por investigaciones e informes recientes, se ha diseñado una propuesta para la enseñanza/aprendizaje de las fases de la luna y su causa, con una metodología indagativa en la que el alumnado obtiene conclusiones de su proceso de observación, y construye conocimiento en grupo, a partir de dichas conclusiones. Según varias investigaciones realizadas en torno a este tópico una de las mayores dificultades del alumnado es la capacidad de visualizar el sistema Sol-Tierra-Luna. En este trabajo se ha investigado cuál es la situación previa a la intervención, de 87 estudiantes de Magisterio, hallando que sus ideas previas respecto a este aspecto y otros implicados son, en muchos casos, erróneas o incompletas, por lo que se concluye que la intervención debe incidir especialmente en la mejora de la capacidad de visualización. Como se explica, se ha diseñado la intervención teniendo en cuenta este objetivo.

Palabras clave

Fases de la luna, metodología indagativa, ideas previas

INTRODUCCIÓN

Varios informes que analizan la situación de la enseñanza de las ciencias en Europa (p. e. Osborne y Dillon, 2008) y en España (COSCE, 2011) señalan la necesidad de realizar cambios en todos los aspectos implicados en la misma para lograr formar a estudiantes competentes científicamente. El cambio debería dirigirse hacia “*una selección de contenidos más cercanos a la vida cotidiana de los estudiantes y cambios en la metodología hacia procesos de indagación más que deductivos y en los que los estudiantes tengan oportunidades de colaborar, discutir y construir argumentos*” (Osborne y Dillon, 2008, p. 22-23). Como se señala en el informe ENCIENDE, “*La formación del profesorado de ciencias debe incluir también este tipo de tareas, para servir de modelo del enfoque metodológico en las clases de ciencias*” (Jiménez-Aleixandre, Sanmartí y Couso, 2011, p. 60).

Basándose en las conclusiones de los citados informes, en este trabajo situado en el contexto de la formación de maestras/os de Educación primaria, se ha diseñado una propuesta didáctica cuyos objetivos son que el alumnado construya colaborativamente conocimiento acerca de un tópico científico (las fases de la luna y su causa); que el alumnado adquiera destreza en algunas prácticas científicas (hablar y escribir ciencias, realizar investigaciones/indagaciones, obtener conclusiones basadas en evidencias); y que el alumnado reflexione sobre su proceso de aprendizaje a lo largo de la secuencia y sobre la posible transferencia de la metodología al aula en su futuro profesional.

Construcción compartida de conocimiento

El alumnado de magisterio suele tener en buena medida ideas alternativas sobre conceptos científicos (por ejemplo, en relación a las fases de la luna han sido señalados entre otros por Martínez Peña y Gil Quílez, 2001; Mulholland y Ginns, 2008; Trundle, Atwood y Christopher, 2002), por lo que de la misma manera que el alumnado de otras edades, es necesario que construya conocimiento científico en su formación inicial, a la par que construye conocimiento sobre la didáctica de las ciencias.

Para que el cambio conceptual sea posible, hay que diseñar situaciones, contextos de aprendizaje que favorezcan que el alumnado experimente insatisfacción acerca de sus ideas a la vez que se acercan a una idea científica que les resulte inteligible, plausible y fructífera (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982). Se considera que las ideas previas son un punto de partida para la evolución en el aprendizaje (Smith, diSessa y Roschelle, 1993) y un aspecto considerado importante es dar oportunidades al alumnado de ser consciente de sus propias ideas y de reflexionar cómo éstas van modificándose a lo largo del proceso de aprendizaje. En algunos casos ambos tipos de ideas, las alternativas y las científicas, pueden coexistir, y en dichos casos el alumnado tendrá que hacer valer su capacidad de metacognición para valorar la conveniencia de utilizar unas u otras dependiendo del contexto (Sanmartí e Izquierdo, 1997).

De acuerdo con lo anterior, habrá que dar oportunidades al alumnado:

- al inicio de las secuencias para que expliciten y expliquen sus ideas, para que perfilen y se hagan conscientes de sus modelos mentales iniciales. El alumnado tendrá que tener la oportunidad de explicar los entresijos de sus ideas y de hacer predicciones coherentes con su modelo mental, que puedan más tarde contrastar en su proceso de indagación.
- a lo largo de las secuencias, para que vivencien situaciones en las que las ideas científicas tengan un mejor potencial explicativo, que sean más válidas que las alternativas, por lo que favorezcan su sustitución en caso necesario.
- a lo largo de las secuencias y al final de las mismas, para que reflexionen sobre el cambio producido en sus ideas y sobre el proceso que les ha llevado a ese cambio.

Además, hay que tener en cuenta que la construcción de conocimiento es un proceso social, en el que la interacción y la comunicación con los otros son fundamentales para el aprendizaje.

Cazden (1991), por ejemplo, analizó los tipos y funciones de discursos que había dentro del aula, tanto en las interacciones profesorado-alumnado, como en las interacciones entre alumnas/os, y hace referencia (Cazden, 1991, p. 141) a estudios que han hallado que interacciones cooperativas entre iguales llevan a resolver más problemas, lo que le lleva a preguntarse si se puede interpretar como que el tipo de interacción les ha llevado a un conflicto cognitivo. El intercambio colaborativo en los grupos acerca de un objeto de conocimiento, ya sea a través de oposición crítica, ya sea a través de co-construcción, permite a los estudiantes negociar y compartir sus ideas y construir nuevos conceptos (Mason, 1996). Cuando la idea se comparte, se co-construye, y el conocimiento co-construido es más fuerte y profundo. Cuando hay discrepancia, la idea se somete a una crítica racional.

Además, como señala Mason (1996, p. 431), el intercambio producido en las discusiones pone al alumnado en situación de expresar, comparar y evaluar explicaciones verbales, lo que le facilita desarrollar habilidades metacognitivas al tener que pensar no sólo con teorías sino acerca de teorías.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La enseñanza/aprendizaje de las fases de la luna y su causa ha sido extensamente investigada, tal como se puede constatar en la revisión realizada por Trundle y colaboradores (Trundle, Atwood y Christopher, 2002) hasta el año 2000 y los numerosos artículos publicados a posteriori (más de 20 en las principales revistas de enseñanza de las ciencias). Tanta atención en todos los niveles desde la enseñanza primaria hasta la universitaria es debida, entre otros, a la cotidianidad del contenido, todas las personas somos conscientes de los cambios en las formas de la luna, y a que el aprendizaje de este tópico científico hace afrontar a los estudiantes dificultades variadas. En lo referente a las dificultades, Solbes y Palomar (2011) realizan una interesante reflexión sobre las dificultades implicadas en el aprendizaje de la astronomía en general, relacionándolas con el desarrollo del conocimiento en astronomía a lo largo de la historia.

Las propuestas de actividades de enseñanza/aprendizaje halladas en la literatura son asimismo variadas, aunque hay una tendencia a incluir actividades de observación de la luna y de discusión entre estudiantes sobre sus observaciones (p. e. Mulholland y Ginns, 2008; Ogan-Bekiroglu, 2007; Sherrod y Wilhelm, 2009; Trundle, Atwood y Christopher, 2002). Todas ellas arrojan de forma global resultados positivos en la correcta identificación de la causa de las fases de la luna.

Sin embargo, en los casos en los que se ha investigado el aprendizaje de diferentes aspectos, por ejemplo, los ocho dominios conceptuales definidos por Lindell y Olsen (2002), se señala en muchos casos la dificultad de mejorar en lo que respecta a la capacidad de visualizar el sistema Sol-Tierra-Luna tanto desde el punto de vista de la Tierra como desde el espacio, que constituye la principal capacidad para comprender el sistema y, por tanto, cómo se originan las fases de la luna.

Así, en el caso de Mulholland y Ginns (2008) hallan que en los post-test las cuestiones relacionadas con el dominio conceptual “la dirección de la órbita de la Luna vista desde arriba del polo” no arrojan mejoras significativas; en la investigación realizada por Ogan-Bekiroglu (2007), sus estudiantes, tras 14 semanas de intervención en la que van observando y construyendo modelos, tampoco son capaces de explicar por ejemplo el por qué del retardo de la luna.

Diseño de la propuesta y objetivo de investigación

En este trabajo, el colectivo en el que se centra la investigación es el futuro profesorado de Educación primaria, en consonancia con la necesidad detectada por Vega Navarro (2007) que en su revisión de las investigaciones sobre ideas previas del sistema Sol-Tierra-Luna concluía que “es hora y conveniente que las investigaciones se centren más en la formación científica y didáctica del profesorado con el fin de mejorar la comprensión de los maestros”.

Para este trabajo se ha diseñado una intervención didáctica en consonancia con las líneas marcadas en la introducción. Para ello, se parte de la explicitación de ideas previas por parte del alumnado, para seguir con la implicación del alumnado en una investigación de la que tiene que obtener unas primeras conclusiones a modo de respuesta a unos interrogantes. En esta primera fase inicial individual, los estudiantes se enfrentan a los primeros conflictos entre la experiencia y sus ideas previas. Tras esta fase, trabajan en grupos, discutiendo sus resultados con los demás y tratando de responder a nuevos interrogantes de forma grupal. Esta fase les ofrece la oportunidad de

experimentar el conflicto entre sus ideas, sus observaciones y las de sus compañeras/os, y además la oportunidad de construir colaborativamente a través del diálogo.

Se trata de una propuesta de tipo indagativo, con un esquema similar al utilizado en varias investigaciones (p. e. Mulholland y Ginns, 2008; Ogan-Bekiroglu, 2007; Trundle, Atwood y Christopher, 2002), en el que los estudiantes realizan una observación de la luna (tal y como recomiendan también Solbes y Palomar (2011, p. 208)) y tras la misma discuten sobre lo obtenido y sacan conclusiones. Se han introducido, no obstante, algunas modificaciones importantes tanto en la observación como en las sesiones posteriores con el objetivo de incidir especialmente en la capacidad que resulta más difícil según las investigaciones, en visualizar el sistema tanto desde la Tierra como desde fuera de ella.

De esta manera, se han establecido normas más pautadas que en anteriores investigaciones en lo relativo a la hora en que se realiza la observación, y se han diseñado sesiones de contraste en las que los estudiantes tienen que reflexionar de diversas maneras sobre la relación entre la posición de la luna en el cielo, la hora en que la vemos y la forma en que aparece.

El trabajo de investigación que se va a realizar sobre el proceso de aprendizaje pretende ser amplio y abarcar varios interrogantes; pero los que se abordan en esta comunicación se refieren a las ideas previas del alumnado, a comprobar si, como esperamos, el alumnado presenta dificultades en varios aspectos, principalmente, en lo relativo a la visualización del sistema:

1. ¿Qué ideas previas y qué dificultades tiene el alumnado investigado en relación a los diversos dominios conceptuales sobre las fases de la luna?
2. ¿A qué atribuye el alumnado el cambio en las fases de la luna?

METODOLOGÍA

La metodología que se ha seguido para determinar las ideas previas y las principales dificultades del alumnado ha sido el análisis de las respuestas del alumnado a varias preguntas abiertas y cerradas. Concretamente, las preguntas fueron:

- Preguntas cerradas sobre los dominios conceptuales implicados, tomadas del cuestionario diseñado por Lindell y Olsen (2002).
- Pregunta abierta en la que los estudiantes tenían que explicar el por qué del cambio en las formas de la luna.
- Pregunta abierta en la que los estudiantes tenían que dibujar las posiciones relativas del Sol, la Tierra y la Luna, en las respectivas fases de ésta (p. e. Martínez Peña y Gil Quílez, 2001)

El cuestionario se pasó al inicio de las clases del segundo cuatrimestre de 2011/12, y lo respondieron 87 estudiantes (60 chicas (69%) y 27 chicos) de un mismo grupo-clase de 1^{er} curso de Grado de Maestra/o en Educación Primaria.

RESULTADOS

Los resultados que se muestran en la Tabla 1 son los relativos a los diferentes dominios conceptuales definidos por Lindell y Olsen (2002), que son:

DOM1 Periodo de la órbita de la Luna alrededor de la Tierra

DOM2 Dirección de la órbita de la Luna alrededor de la Tierra vista desde un punto por encima del polo Norte

DOM3 Periodo del ciclo de fases de la Luna

DOM4 Movimiento “aparente” de la Luna

DOM5 Fase y posiciones Sol-Tierra-Luna

DOM6 Relación entre fase-localización en el cielo-hora de la observación

DOM7 Causa de las fases lunares

DOM8 Efecto del cambio de localización en Tierra sobre la fase lunar

Se señalan asimismo los resultados previos obtenidos por Mulholland y Ginns (2008), con una muestra de 72 estudiantes de Magisterio australianos.

	Este trabajo	Mulholland y Ginns, 2008
DOM1	79,9	54,9
DOM2	48,3	37,5
DOM3	78,2	86,1
DOM4	52,9	58,3
DOM5	15,7	23,6
DOM6	16,1	8,3
DOM7	1,1	12,5
DOM8	22,4	42,2

Tabla 1. Porcentaje de respuestas correctas para los 8 dominios conceptuales en el tema de las fases de la luna, en el cuestionario previo, en este trabajo y en el de Mulholland y Ginns (2008) respectivamente.

Como se puede observar en la Tabla 1, los dominios que tienen que ver con el periodo de la órbita (DOM1) y con el periodo del ciclo de fases (DOM3) han obtenido unos resultados bastante positivos; pero en el resto de dominios los resultados son relativamente bajos (DOM2 y DOM4) y muy bajos (DOM5, DOM6, DOM7, DOM8).

Los resultados de las respuestas a las preguntas abiertas anteriormente citadas son igualmente pobres. En la Tabla 2 se muestran las categorías de respuestas dadas a la causa del cambio en las formas de la luna. Se ha considerado como correcta una respuesta en la que se mencione el movimiento de traslación de la luna alrededor de la Tierra, y que en las diferentes posiciones a lo largo de dicho movimiento lo que cambia es nuestra perspectiva a la hora de ver la mitad iluminada por el Sol. Se han considerado incompletas aquellas respuestas en las que, sin ser erróneas, se da sólo parte de la explicación, por ejemplo, sólo se menciona el hecho de que la luna se traslada alrededor de la Tierra, o que a lo largo de ese movimiento cambia la parte iluminada por el Sol, sin hacer referencia a que es nuestra perspectiva la que cambia. Se han considerado como una categoría diferente, que hemos denominado “ambigua” las respuestas que señalan que la Luna cambia de forma dependiendo de por dónde le da el Sol, ya que no indican ninguna participación del movimiento de la Luna.

Tipo de respuesta	%
Correcta	1,1
Incompleta	20,7
Casi correcta, falta perspectiva Tierra	3,4
Mencionan traslación de la luna y cambio en iluminación por el Sol	12,6
Sólo mencionan traslación de la luna	3,4
Posición relativa al Sol y Tierra	1,1
Ambigua	20,7
Sombra de la Tierra	16,1
OTROS	39,1
Movimientos de la Tierra	9,2
Posición del Sol	6,9
Movimiento del Sol	4,6
Rotación de la luna sobre sí misma	4,6
Distancia al Sol	4,6
El Sol da más o menos	3,4
Otros (mares, luna alrededor del Sol...)	8

Tabla 2. Porcentaje de respuestas de cada categoría para la pregunta sobre la causa del cambio en las formas de la luna.

Como se puede observar, sólo 4 personas (5,5%) han dado una respuesta correcta o casi correcta. 14 estudiantes (16,1%) se han decantado claramente por decir que es la sombra de la tierra la que causa los cambios en la formas de la Luna, se trata de la denominada concepción alternativa del eclipse, y que es hallada como la más habitual de las ideas alternativas en numerosos estudios (Trundle, Atwood y Christopher, 2002). A este 16,1% hay que sumarle otro 39,1% que dan respuestas erróneas de todo tipo, entre las que por ejemplo implican cambios en el Sol o en la Tierra, con lo que se tiene un total de 55,2% de respuestas erróneas. Además, hay toda una serie de respuestas, las consideradas ambiguas (20,7%) y algunas de las incluidas en la categoría de incompletas, que mencionan el cambio en la parte iluminada por el Sol, en las que los estudiantes no dejan claro a qué creen que se debe dicho cambio o a qué se refieren exactamente.

En el caso de las representaciones gráficas de las posiciones relativas Sol-Tierra-Luna para cada fase, sólo el 43,7% de los estudiantes han intentado identificar una posición dada con una fase o forma. De este grupo de personas, únicamente el 10% ha identificado correctamente las fases nueva y/o llena, siendo el error más habitual el intercambiar las posiciones de la luna en ambas. Este hecho está en consonancia con la concepción alternativa del eclipse. Respecto a las fases creciente y decreciente, el 31,6% las identifica correctamente. Esto es coherente con el bajo porcentaje de respuestas correctas en las preguntas cerradas del DOM5, que ha sido de un 15,6% (Tabla 1).

CONCLUSIONES

El alumnado investigado presenta unos resultados que muestran que las ideas previas que tiene el alumnado en torno a las fases de la luna y su causa son en muchos casos incompletas o erróneas. De hecho, a la vista de los resultados, parece que lo poco que tienen claro es que la Luna orbita alrededor de la Tierra y que el periodo de esta órbita y el del ciclo de fases son cercanos a un mes. Estos resultados corroboran lo hallado en otras investigaciones, confirmando que comprender cómo se producen las fases de la luna implica, entre otros aspectos, superar las dificultades de visualizar el sistema desde la Tierra y desde fuera de ella.

La capacidad de visualización del sistema tanto desde la Tierra como desde fuera de la misma está relacionada de alguna manera con varios de los dominios conceptuales; sin embargo, la relación es más directa en el caso de los dominios DOM5 y DOM6, cuya media de respuestas correctas es de 15,9%, lo que confirma la hipótesis de que se trata de una de las mayores dificultades. Coincide también con los pobres resultados de las representaciones gráficas realizadas por los estudiantes.

Estos resultados refuerzan la hipótesis de que la intervención debe incidir especialmente en el desarrollo de esta capacidad de visualización. Como se ha señalado, en el caso de esta propuesta se han establecido normas más pautadas que en anteriores investigaciones en lo relativo a la hora en que se realiza la observación, y se han diseñado sesiones de contraste en las que los estudiantes tienen que reflexionar de diversas maneras sobre la relación entre la posición de la luna en el cielo, la hora en que la vemos y la forma en que aparece.

Ahora queda investigar, entre otros aspectos, si la intervención diseñada facilita que el alumnado desarrolle esta capacidad y construya conocimiento en torno a las fases de la luna y su causa de forma satisfactoria. Para ello, se contrastarán los resultados de este análisis previo con los posteriores y se investigará el discurso del alumnado en las sesiones de contraste, que han sido grabadas en audio y vídeo. La observación de las sesiones hace pensar que puede haber aspectos positivos, y fue muy satisfactorio que después de la primera sesión, una estudiante de un grupo que había estado un poco perdido por la falta de explicaciones por parte de la profesora en un inicio, se levantara y dijera orgullosa a la profesora: “ya sabemos lo que hay que hacer, mirarlo desde fuera”.

BIBLIOGRAFÍA

Cazden, C. B. (1991). *El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje*. Barcelona: Paidós-MEC.

COSCE (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las ciencias en España*. Último acceso el 10 de octubre de 2011, desde http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf

Jiménez Aleixandre, M. P., Sanmartí, N., y Couso, D. (2011). Reflexiones sobre la ciencia en edad temprana en España: la perspectiva de la enseñanza de las ciencias. En COSCE (Ed.), *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las ciencias en España*. (pp. 57-74).

Lindell, R., & Olsen, J. (2002, August). *Developing the Lunar Phases Concept Inventory*. Comunicación presentada en el congreso Physics Education Research Conference, Boise, ID. Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde <http://people.rit.edu/svfps/perc2002/Lindell.pdf>

- Martínez Peña, M. B., & Gil Quílez, M. J. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23 (11), 1125- 1135.
- Mason, L. (1996). An analysis of children's construction of new knowledge through their use of reasoning and arguing in classroom discussions. *Qualitative Studies in Education*, 9 (4), 411-433.
- Mulholland, J., & Ginns, I. (2008). College MOON Project Australia: Preservice teachers learning about the Moon's phases. *Research in Science Education*, 38, 385-399.
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the Moon, Moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555-593.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. The Nuffield Foundation: Londres.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 221-227.
- Sanmartí, N., e Izquierdo, M. (1997). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la Escuela*, 32, 51-62.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3 (2), 115-163.
- Solbes, J. y Palomar, R. (2011). ¿Por qué resulta tan difícil la comprensión de la astronomía a los estudiantes? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 25, 187-211.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (7), 633-658.
- Vega Navarro, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342, 475-500.

La Secuenciación de Actividades en el aula de Ciencias: Estudio de un Caso de larga duración.

Vázquez-Bernal, B.¹, Jiménez-Pérez, R.¹, Mellado Jiménez, V.² y Taboada Leñero, M^a Carmen³

(1) *Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Universidad de Huelva.*
bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

(2) *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.*
Universidad de Extremadura

(3) *IES Diego Macías, Calañas (Huelva)*

RESUMEN

El presente trabajo indaga en las secuencias de actividades que suelen plantearse en el aula de ciencias, a través de un estudio de caso en el que, a lo largo de varios años, una profesora participa en grupos de innovación curricular. El uso de secuencias de actividades rígidas es el principal obstáculo en el desarrollo profesional de la profesora, que acaba elaborando nuevas teorías prácticas al respecto e introduce actividades más abiertas. La influencia del conocimiento didáctico del contenido se revela fundamental.

Palabras clave

Secuencias de actividades, conocimiento didáctico del contenido, investigación-acción, desarrollo profesional, obstáculos y complejidad.

1.- INTRODUCCIÓN

Conviene recordar que, algunas de las características esenciales del Constructivismo, son: explicitar el conocimiento previo, crear disonancias cognitivas, aplicar el nuevo conocimiento a modo de retroalimentación y reflexionar sobre lo aprendido (Baviskar *et al.*, 2009). A lo largo de un período de diez años, hemos venido trabajando en un proyecto de naturaleza longitudinal con una profesora de Ciencias Experimentales de Enseñanza Secundaria que, en diferentes contextos de investigación, nos ha permitido conocer aquellos obstáculos que impiden las reflexiones de los profesores en su complejidad y la integración mutua con la práctica de aula.

2.- DESARROLLO DE TRABAJO

2.1.- Marco Teórico

Investigaciones anteriores nos indican que los profesores experimentados tienen creencias y conocimientos prácticos personales muy estables, formados y consolidados a lo largo de su actividad profesional (Mellado, 2003), llegándose a sugerir, incluso, que los procesos de reformas curriculares no suelen conectar con los valores e ideas profundas del profesorado (Lee & Witz, 2009).

Un aspecto importante en nuestro trabajo es el referido al Conocimiento didáctico del Contenido (CDC). Nos parece interesante la aportación de Sánchez y Valcárcel (2000), para quienes el CDC actúa como mediador entre el conocimiento científico y el

conocimiento escolar y, aunque podamos relacionarlo con un contenido genérico, se concreta con cada tópico de enseñanza. En la misma línea, otros autores expresan que el CDC implica pensar en la ciencia, en su currículo, en las estrategias específicas de enseñanza, la evaluación de los alumnos y las orientaciones para la enseñanza de la ciencia (Magnusso et al., 2007). En una reciente y profunda revisión del CDC, se denota los pocos estudios longitudinales sobre el aprendizaje del profesor, donde sólo cinco estudios se prolongaron más de un año (Schneider & Plasman, 2011).

Un término central en nuestro desarrollo teórico (Vázquez *et al.*, 2007), es el de la Hipótesis de la Complejidad (HC). Entendemos por HC la evolución en la capacidad de interacción con el medio social y/o natural, a través de la integración reflexión-práctica y que afecta a aspectos ideológicos, formativos, contextuales, epistemológicos y curriculares. Así, distinguimos tres dimensiones de complejidad creciente, esto es, abierta a una mayor capacidad de interacción con el medio socio-educativo: técnica, práctica y crítica. En el presente trabajo, que forma parte de uno más amplio, nos interesamos en las “*Secuencias de Actividades*” empleadas en el aula, al ser una parte importante del CDC como estrategia didáctica y que, a su vez, está relacionado con la resolución de problemas (Vázquez et al., 2012). Estamos de acuerdo con Pro (1998), cuando afirma que las actividades son las unidades de organización de las estrategias de enseñanzas y que se concretan en la práctica educativa las creencias, teorías y principios del profesor.

De acuerdo con la HC, por tanto, para las secuencias de actividades hemos definido tres categorías, una por dimensión y con unos códigos asociados (Cuadro 1).

TIPOS DE PROBLEMAS PLANTEADOS

-Dimensión Técnica: Uso de Actividades rígidas (código TRIG).

-Dimensión Práctica: Flexibilidad en las secuencias de enseñanza (código PPRA).

-Dimensión Crítica: Actividades flexibles y diversificadas, en función de los distintos ritmos de aprendizaje del alumnado (código CDIV).

Cuadro 1. Dimensiones, categorías y códigos para el análisis de las secuencias de actividades.

a) *Dimensión técnica:* Dentro del proceso de intervención desarrollado en el aula, se caracterizan determinadas secuencias de actividades, que responden a pautas concretas, las cuales, a su vez, podemos organizarlas en estructuras de intervención. El papel jugado por el profesor, así como por los propios alumnos, como actores principales de la dinámica que se establece, marca la evolución de las preguntas que se plantean en el aula y sus respuestas. En este contexto técnico, las secuencias de actividades adquieren una evolución lineal y cerrada.

b) *Dimensión práctica:* El desarrollo de las actividades suele obedecer, en esta dimensión práctica, a cuestiones de esta índole, a la resolución de cuestiones abiertas en el aula durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo general, el profesor plantea una actividad determinada y los alumnos resuelven. Ante estas respuestas, el profesor puede continuar el proceso tratando de diversificar las respuestas, con lo que se establece un proceso de reflexión conjunto, que supone la aceptación tácita de secuencias de actividades flexibles (Wamba y García, 2000).

c) *Dimensión crítica:* La construcción del conocimiento escolar se resuelve, desde esta dimensión crítica, como un proceso de negociación, que ha de conducir a la autonomía

intelectual del alumno, así como a la capacidad de autorregulación de éstos. No puede eludirse la necesidad de dar respuestas a la coexistencia de la diversidad, si se asume la variedad de ritmos de aprendizaje en función del tipo de pensamiento (analítico o sintético) y otros factores relevantes (Aldámiz-Echevarría et al., 2000).

2.2.- Objetivos – Metodología de Investigación

En nuestro trabajo nos hemos planteado los siguientes objetivos:

a) Determinar, en base a la HC, cómo es la evolución de un *caso*, en el tipo concreto de secuencias de actividades que se plantean en el aula, en dos ámbitos diferentes: reflexión y práctica; b) estudiar el grado de integración y convergencia entre los procesos reflexivos y los prácticos en dicha evolución; c) analizar la evolución de los obstáculos, tanto para la reflexión como en la práctica de aula; d) revelar el grado de influencia del contexto desde dos puntos de vista diferentes: contenido didáctico y el tipo de entorno en el que se desarrolla profesionalmente nuestro *caso*.

El estudio de *caso* objeto de nuestra investigación es una profesora de Biología-Geología, siendo su formación inicial de licenciada en Geología, con diecisiete años de experiencia. Diferenciamos dos períodos bien diferentes:

a) *Primer período*: desde el curso 2001 al curso 2003, dos años, la profesora se integra en un grupo de investigación-acción (I-A), que desarrolla un programa de innovación curricular. El contenido didáctico que sirve de dinamizador al programa es el referido a “*Las Disoluciones*”, un contenido esencial en el desarrollo de la Química y acordado por todos los participantes.

b) *Segundo período*: desde el curso 2004 al 2006. Comprende dos cursos, aunque la profesora ya no forma parte del programa de I-A, pues éste ha concluido y el contenido didáctico es “*La Formación del Suelo*”, netamente geológico (elegido por la profesora).

En la tabla 1 se aprecian los instrumentos empleados:

Tabla 1.- Instrumentos de recogida de datos, análisis y presentación de datos

Instrumentos para el estudio de caso	Análisis de la Reflexión	Análisis de la Práctica de Aula
longitudinal (evolución de la profesora de ciencias e integración reflexión-práctica; evolución de los obstáculos y descripción del contexto de su desarrollo profesional)	<i>Instrumento de primer orden</i> (recogida de datos)	✓ Diarios ✓ Entrevista semiabierta basada en cuestionario sobre concepciones iniciales declaradas ✓ Entrevista final
	<i>Instrumento de segundo orden</i> (análisis de categorías)	✓ Análisis de Categorías para las Secuencias de Actividades
	<i>Instrumento de tercer orden</i> (presentación e interpretación de los resultados)	✓ Horizonte de la integración reflexión-práctica
<i>Instrumentos para el programa de investigación-acción</i>	✓ Diarios ✓ Entrevista semiabierta basada en cuestionario sobre concepciones iniciales declaradas ✓ Registros Etnográficos ✓ Extractos de video de las grabaciones de aula ✓ Cuestionario sobre concepciones iniciales declaradas ✓ Programación de Aula ✓ Unidades Didácticas ✓ Producciones de los Alumnos ✓ Otras Fuentes de Información ✓ Memorias del profesor ✓ Transcripciones del grupo de I-A	

2.3.- Análisis de resultados

2.3.1.- Análisis de la reflexión

En primer lugar se efectuará el análisis desde una visión cuantitativa, analizando las frecuencias en las que la profesora realiza reflexiones sobre las secuencias de actividades.

a) Análisis de frecuencias

Tabla 2.- Frecuencia de códigos por dimensión en los intervalos temporales para la reflexión.

Secuencias 2001/02: 13 (19 sesiones*)	TRIG (13) 100%	PFLE (0) 0 %	CDIV (0) 0 %	T
Secuencias 2002/03: 31 (15 sesiones)	TRIG (27) 87%	PFLE (4) 13 %	CDIV (0) 0 %	T → P
Secuencias 2004/06: 47 (10 sesiones)	TRIG (26) 55 %	PFLE (21) 45 %	CDIV (0) 0 %	T → P

* 1 sesión = 60 minutos; considerando una clase completa con el alumnado

Como se desprende de la Tabla 2, en el período inicial Marina se sitúa en la dimensión técnica. En el 2º año del primer período, comienza a surgir, de forma incipiente, reflexiones en torno a la flexibilidad de las secuencias. Podemos decir que Marina inicia su evolución desde la dimensión técnica a la práctica. Este resultado es importante y muestra la convivencia, en la profesora, de las diversas teorías sobre su práctica docente: por un lado la seguridad de las actividades programadas, rígidas y, por otro, su flexibilidad. Este cambio en la práctica, se hace evidente en el 2º período, donde coexisten reflexiones sobre secuencias rígidas y flexibles. Este resultado nos habla de teorías práctica rivales en la profesora. En la última columna de la tabla, el tamaño de la letra se usa para simbolizar la situación dentro de cada dimensión, y el símbolo → para indicar el tránsito de una dimensión a otra, como se muestra en la última columna de la Tabla 2. Hewson (2007) denomina a esta visualización “metáfora de los pasos” (*metaphor of pathways*), pues pone de relieve los caminos que conectan el proceso de desarrollo profesional de un profesor a través del tiempo.

b) Análisis de contenido

Queremos mostrar, más allá de los porcentajes, las reflexiones de la profesora que apoya a la dimensionalización. Las cifras muestran la línea que ocupa en el programa AQUAD durante la codificación. Por razones de espacio sólo mostramos resultados en las dimensiones práctica y crítica. Hemos querido mantener las mismas expresiones coloquiales que emplea la profesora para no desvirtuar sus reflexiones.

Dimensión técnica: En la siguiente reflexión se refiere de forma rutinaria a una sesión y muestra su incomodidad cuando un alumno se sale guión previsto:

(116-135) – TRIG: “Hoy la clase no ha estado tan participativa como ayer, ni tan trabajadora; un alumno que faltó ayer a clase pretendía que le explicara todo lo dado antes, sin haber cogido los apuntes. *Diario 2004/2006.*”

Dimensión práctica: En comparación con la sesión descrita en la dimensión técnica, en la siguiente se muestra más optimista, ya que puede “atender dudas”, o sea, muestra interés y se siente atraída por los distintos ritmos de aprendizaje de su alumnado:

(239-250) – PFLE: “A la hora de hacer las actividades casi todos estaban trabajando, incluso muchos de ellos preguntaban dudas, esto ha hecho que yo estuviera mucho más relajada que ayer, incluso hoy no he tenido que llamar, apenas, atención de nadie. Hoy la clase ha sido a primera hora... ¿estarían todavía dormidos?” *Diario 2004/2006*.

c) Análisis de Vínculos

El programa AQUAD permite reconstruir, de forma sistemática y con un enfoque heurístico, sistemas de significado o teorías latentes en los datos verbales, a partir de estructuras redundantes, facilitando el descubrimiento de asociaciones. Así, detectamos un núcleo duro de obstáculos que se mantiene en los dos períodos y que está relacionado con criterios de eficacia, uso de exclusivo de problemas cerrados y refuerzo de las ideas de la profesora (otras categorías no estudiadas aquí).

2.3.2.- Análisis de la práctica de aula

Se indaga en los registros etnográficos que se disponen en los tres intervalos de tiempo. Con el ánimo de ser más precisos, a la hora de analizar y categorizar los problemas empleados, seguiremos la Hipótesis de Progresión de Jiménez y Wamba (2003), más explícita a la hora de clasificar los problemas. En la dimensión técnica se encuentra el uso de problemas cerrados (TPRC). Se incluyen dentro de la dimensión práctica los problemas tipo PPRAi, PPRAc y PPRAd, ya que inducen, debido a su naturaleza abierta, respuestas múltiples por parte del alumnado, tanto si inician procesos de investigación (i), los continúan (c) o diversifican (d). De forma análoga, podemos encontrar problemas tipo CPRi, CPRIC y CPRID.

a) Análisis de frecuencias

Tabla 3.- Frecuencia de códigos por dimensión en el tiempo para la práctica de aula.

Secuencias 2001/02: 124 secuencias (19 sesiones*)	TRIG (120) 97 %	PFLE (4) 3 %	CDIV (0) 0 %	T
Secuencias 2002/03: 259 (15 sesiones)	TRIG (251) 97%	PFLE (7) 3 %	CDIV (1) 0 %	T
Secuencias 2004/06: 152 (10 sesiones)	TRIG (93) 61 %	PFLE (33) 22 %	CDIV (26) 17 %	T → P → C

* 1 sesión = 60 minutos; considerando una clase completa con el alumnado

Como se desprende de la Tabla 3, en el período inicial de dos años de Marina, la situamos en la dimensión técnica, pues todas las secuencias de actividades analizadas así lo muestran. Digamos que su participación en el grupo de I-A poco ha influido en ese aspecto. Sin embargo es en el segundo período, en un entorno diferente al del primer período, cuando se origina una evolución en la complejidad de la profesora. Aunque el número de actividades rígidas sigue siendo importante, también son significativas las actividades flexibles y diversificadas. En este sentido, consideramos que la profesora ha iniciado el tránsito hacia las dimensiones prácticas y críticas, estableciéndose competencia entre teorías rivales al respecto en la interacción reflexión-práctica de la profesora.

b) Análisis de contenido

Por razones espacio sólo mostramos algunos resultados hallados, así como esquemas representativos de los tipos de secuencias.

Dimensión técnica: La secuencia de actividades más empleada por Marina responde a la estructura representada en la figura 1:

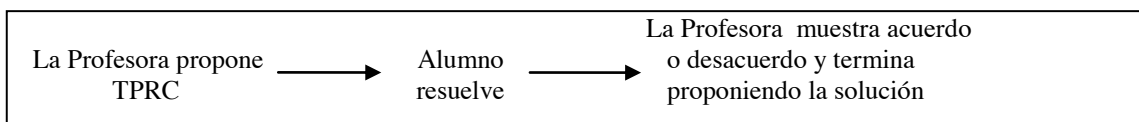


Figura 1. Secuencia lineal de actividad rígida.

El siguiente extracto de los registros etnográficos responde a este tipo de estructura: *“La profesora vuelve a resumir los puntos-claves de la Teoría Cinético-Molecular. Ella pregunta sobre cómo estarían dispuestas las moléculas del sólido, varios alumnos responden “juntas y ordenadas”, ella escribe en la pizarra: Dependiendo del estado de las sustancias: -sólido, las moléculas están juntas y ordenadas.” Registro Etnográfico 1 (ER1) - 2001/2002”.*

Dimensión práctica: Un ejemplo de estructura de flexible, es la siguiente:

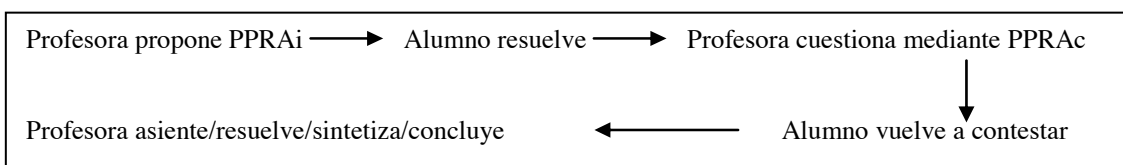


Figura 2.- Secuencia práctica de intervención abierta.

El siguiente extracto responde a este tipo de estructura:

“El alumno J. D. continúa haciendo el apartado c (Si abres una botella de refresco cuando está muy fría, se observa que salen pocas burbujas. Si se abre cuando la botella está en la temperatura ambiente salen bastantes burbujas. Se supone que la botella no se agita previamente. Explica esas observaciones). La profesora explica que “cuanto más gas tenga una botella de refresco, menos disuelto estará el gas”. J. D. contesta justamente al revés. La profesora va a explicar y escribe:

temp. ↓ solubilidad temp. ↑ solubilidad

Ella pregunta “¿en una botella fría cómo estarían los gases?”. Algunos alumnos contestan correctamente “estarían disueltos los gases”. (9,26 h). Registro Etnográfico 17 (ER1) - 2001/2002”.

2.3.3.- Horizonte de la Integración Reflexión-Práctica de Aula

En la figura 3 hemos representado el *horizonte de la integración* (instrumento de tercer orden), que integra la metáfora del horizonte (Feldman, 2002) y se pone atención en la visión holística de un escenario cambiante.

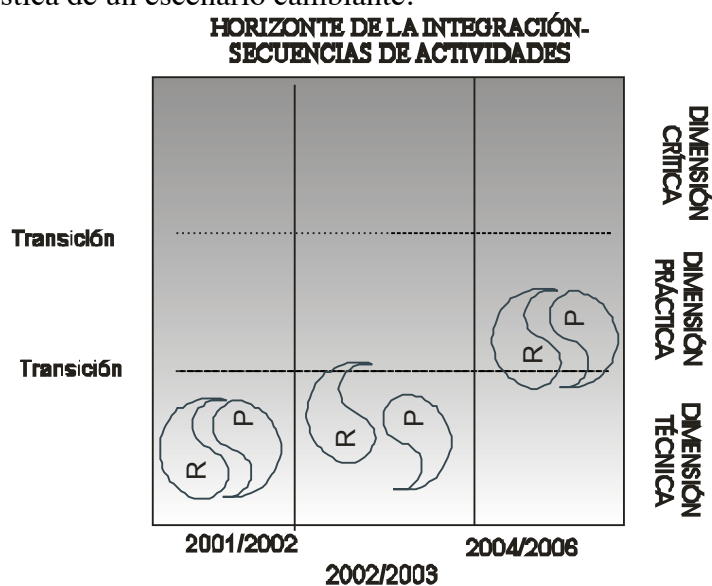


Figura 3.- Horizonte de la integración reflexión-práctica de aula

Podemos realizar las siguientes apreciaciones bajo dos perspectivas de análisis:

a) **Integración:** existe un grado de integración muy importante en las secuencias de actividades. Al final del primer período (2002-2003), la reflexión avanza un poco más en su proceso de transición hacia la dimensión práctica, mientras el tipo de secuencias de actividades que plantea la profesora, a nivel de aula, permanece igual.

b) **Complejidad:** Observamos una complejidad inicial técnica al principio del primer período, que implica el uso de actividades rígidas y un leve tránsito hacia la dimensión práctica, sólo para el ámbito de la reflexión. En cambio, en el segundo período, se desarrolla un nivel mayor de complejidad en ambos ámbitos hacia la dimensión práctica, con una significativa evolución hacia la dimensión crítica, esto es, uso de actividades flexibles y diversificadas.

3.- CONCLUSIONES

Nos podemos preguntar cuál fue el grado de influencia del CDC y qué parte corresponde al proceso de I-A. Sin ánimos de ser eclécticos, creemos que ambos contribuyeron al desarrollo de la profesora. Sin embargo, ajustándonos a la evolución de la profesora y a los obstáculos analizados a lo largo del tiempo, sí podemos apreciar la importancia del dominio del CDC en esta evolución. En el primer período la presencia de actividades rígidas en el ámbito reflexión-práctica era evidente. Así permaneció durante los dos cursos de I-A. Es plausible pensar que esta participación catalizaría el proceso evolutivo en Marina, pero es, posteriormente, en el segundo período, cuando se inicia un verdadero cambio en la profesora (conceptual, metodológico y actitudinal), como se recoge en sus reflexiones. Y en este período no pertenece al grupo I-A, pero trabaja un contenido que le es muy familiar. Por tanto, pensamos que la profesora, al poseer más dominio de esta forma de conocimiento, puente entre el científico (que lo posee por su formación inicial) y el escolar (por su experiencia docente acumulada), es capaz de empezar a superar sus obstáculos y secuenciar actividades en el aula que sean más flexibles y diversificadas. Estos hallazgos concuerdan con algunos estudios que apuntan a la seguridad, en estas formas de conocimiento, como factor de influencia en las toma de decisiones y acciones del profesorado (Lee & Luft, 2008) y que el desarrollo del CDC depende de que los profesores tengan un conocimiento conceptual más profundo del contenido (Van Driel *et al.*, 2002). Ahora bien, estas nuevas teorías en la profesora no hubiesen podido llevarse a cabo sin un período de reflexión previo, en el seno del grupo de trabajo y en la “re-construcción” de nuevas teorías que enriqueciesen a las antiguas y que le permitió superar sus obstáculos.

Estamos a la espera de concluir este trabajo con las reflexiones de la profesora una vez leídos estos resultados finales, como forma de contraste final en un período que abarcará una trayectoria de 10 años.

4.- BIBLIOGRAFÍA

Aldamiz-Echevarría, M. M., Bassedas, E. y Ortega, A. (2000). *¿Cómo hacerlo? Propuestas para educar en la diversidad*. Barcelona: Graó.

Baviskar, S. N., Hartle, R. T. & Whitney, T. (2009). Essential Criteria to Characterize Constructivist Teaching: Derived from a review of the literature and applied to five constructivist-teaching method articles. *International Journal of Science Education*, 31 (4), 541-550.

- Feldman, A. (2002). Multiple perspectives for the study of teaching: Knowledge, reason, understanding, and being. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (10), pp. 1032-1055.
- Hewson, P. W. (2007). Teacher Professional Development in Science. In Sandra K. Abell & Norman G. Lederman (eds), *Handbook of Research on Science Education*, 1177-1203. Mahwah, New Jersey: LEA.
- Jiménez Pérez, R y Wamba, A.M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales?: Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales en Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1), 113-131.
- Lee, H. & Witz, K. G. (2009). Science Teachers' Inspiration for Teaching Socio-scientific Issues: Disconnection with reform efforts. *International Journal of Science Education*, 31 (7), 931-960.
- Lee, E. & Luft, J. A. (2008). Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1343-1363.
- Magnusson, S., Krajcik, J. S., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95–132). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 343-358.
- Pro, A. De (1998). ¿Se pueden enseñarse contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41.
- Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. (2000). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique*, 24, 78-76.
- Schneider, R. M. & Plasman. K. (2011). Science Teacher Learning Progressions: A Review of Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Development. *Review of Educational Research*, 81 (4), 530–565.
- Van Driel, J. H., Jong, O. de & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86(4), 572-590.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Mellado, V. (2007) 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., 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.
- Wamba, A. y García, J.E. (2000). Pautas y estructuras de intervención como unidades de la práctica de aula de profesores de enseñanza Secundaria. *Investigación en la escuela*, 45, 57-65.

El sistema Sol-Tierra-Luna en Educación Primaria. Una propuesta de actuación¹

Vílchez-González, J. M. y Ramos-Tamajón, C. M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.
jmvilchez@ugr.es

RESUMEN

En comparación con otras etapas educativas, las investigaciones didácticas en Educación Primaria relacionadas con contenidos científicos no son abundantes, pese a que es en esta etapa cuando se inician las primeras relaciones entre el alumnado y la ciencia escolar, de las que dependerán sus actitudes futuras hacia estas disciplinas. En esta comunicación se presentan parte de los resultados de un estudio realizado en primer ciclo de Educación Primaria en relación con el sistema Sol-Tierra-Luna, y una estrategia de actuación para el tratamiento de estos contenidos en el aula.

Palabras clave

Educación Primaria. Sol-Tierra-Luna. Metodología.

FUNDAMENTACIÓN

Desde hace ya tiempo se demanda desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales la incorporación del profesorado de Primaria y Secundaria a la investigación educativa como modo de acercar los resultados de esta investigación a la realidad de las aulas escolares. Una de las conclusiones del Seminario Internacional sobre Investigación en la Enseñanza de las Ciencias celebrado en 2004 en Aveiro (Portugal) es, precisamente, la incorporación del profesorado a la investigación como necesidad básica para la mejora del impacto de la didáctica de las ciencias en la práctica docente (Capachuz *et al.*, 2004, p. 37). Pero la realidad es bien distinta, y cada vez el profesorado de Primaria y Secundaria se implica menos en la investigación educativa (Editorial de Enseñanza de las Ciencias, 2004; Solbes *et al.*, 2004).

Intentando romper con la inercia de esta tradición, una alumna de último curso de la Diplomatura de Maestro de Educación Primaria, aprovechando el periodo de prácticas en centros escolares, ha llevado a cabo una pequeña investigación en aulas de 2º curso de Educación Primaria con la intención de, por una parte, introducirse en la metodología que caracteriza la investigación educativa como modo de mejorar la práctica docente y, por otra, con el ánimo de mejorar el aprendizaje del alumnado sobre algunos fenómenos cotidianos relacionados con el sistema Sol-Tierra-Luna.

Fenómenos tan cotidianos como el día y la noche, las estaciones, las fases de la Luna, los eclipses, o los movimientos que se perciben del Sol y la Luna durante un día, arrojan explicaciones por parte de docentes y discentes (y de la población en general) que en muchas ocasiones nos asombrarían. Así, por ejemplo,

- ¿cuántas veces hemos oído que el sol y la Luna “salen” por el este y “se ponen” por el oeste? ¿Nos hemos parado a pensar que esto ocurre realmente solo un día de cada año?,

- ¿alguna vez, en España, el Sol está justo en el cénit, de modo que un poste vertical no proyectaría sombra?,
- ¿qué maleta prepararíamos para un viaje a latitudes medias del hemisferio sur en diciembre?,
- ¿somos conscientes de que en el verano del hemisferio norte es cuando la distancia Sol-Tierra es mayor?

Responder con seguridad a estas preguntas mostraría un alto grado de competencia científica, más allá de enumerar los planetas del sistema Solar, o expresar, posiblemente debido a un aprendizaje memorístico, que es la Tierra la que gira alrededor del Sol y no al revés. Sin embargo, es a estas últimas cuestiones a las que solemos enfrentar al alumnado, sintiendo satisfacción cuando se obtienen buenas respuestas, que solo muestran lo que en ese momento recuerdan, o no.

Basándonos en los contenidos mínimos establecidos por el Real Decreto 1513/2006 para los primeros ciclos de la Educación Primaria, que solo exigen del alumnado la **observación** y **descripción** de fenómenos observables en el entorno próximo, planteamos una actuación en el aula, que fundamentamos y describimos a continuación.

El Universo, su origen y su evolución son temas que atraen al alumnado de todos los niveles educativos, desde la enseñanza primaria hasta la universitaria. La comprensión del sistema Sol-Tierra-Luna representa uno de los elementos clave en la historia y en la evolución de las ideas y del desarrollo científico. Como plantean Jones, Lynch y Reesink (1987), *“la necesidad del modelo heliocéntrico opuesto a la descripción de la Tierra como centro del sistema solar tiene un enorme significado intelectual. La transición representa un indicador clave de las tensiones que existen entre mito, magia, ciencia y religión”*.

Estas cuatro construcciones del ser humano (mito, magia, ciencia y religión) han ejercido una influencia crucial en la evolución de las ideas relativas al Universo, como ejemplo de construcción progresiva del conocimiento que caracteriza la ciencia. Y, en la medida en que de este modo ha evolucionado el conocimiento científico a lo largo de la historia, los procesos de enseñanza/aprendizaje deben guiarse por la misma premisa de apropiación progresiva de dicho conocimiento hasta formar parte de las estructuras cognitivas del alumnado. La mejor forma de abordar esta tarea no consiste en los actuales planteamientos docentes acumulativos, que han demostrado no dar los mejores resultados.

Podemos encontrar algunos trabajos publicados en relación con la comprensión del alumnado de Educación Primaria que muestran de qué manera se utilizan no solo los conceptos estrictamente astronómicos sino también otros relacionados con la física o las matemáticas y que son de uso cotidiano. En ellos se plantea la comprensión de la Tierra como cuerpo cósmico, la relación entre la Tierra y el Sol, las distintas explicaciones o nociones de día y noche, la forma de Universo y la gravedad, las relaciones que se establecen en el sistema Sol-Tierra-Luna, etc. (Alfonso *et al.*, 1995). Estas investigaciones han puesto de manifiesto serias dificultades de aprendizaje en el alumnado de Educación Primaria que evidencian que no se ha adquirido la comprensión acerca de la Tierra en el espacio.

Partiendo de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel como marco de referencia de nuestra labor docente, se asume la importancia que tienen las ideas previas del alumnado en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Los estudiantes nos llegan con su interpretación de la realidad; el profesorado, tras una (correcta) transposición

didáctica, ofrece el conocimiento científico de manera que aquéllos puedan aprenderlo. Pero enseñar y aprender no son coextensivos, pues “*enseñar es solo una de las condiciones que pueden influir en el aprendizaje*” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983, p. 26, citado por Jiménez, 2000).

El alumnado llega a las aulas con una amplia gama de concepciones alternativas acerca de muchos de los fenómenos cotidianos, y los métodos tradicionales de enseñanza-aprendizaje, en general, no llegan a superar estas dificultades en la mayoría de los casos, haciéndose imprescindible un cambio en el enfoque metodológico de estos contenidos (Bakas y Mikropoulos, 2003).

Existe la necesidad de mejorar la enseñanza de las ciencias en todas las etapas educativas, siendo el desarrollo y testeo de material curricular una de las estrategias ineludibles. Además, uno de los retos permanentes en la enseñanza de las ciencias es conseguir que el alumnado relacione los contenidos académicos con sus experiencias cotidianas, en lugar de almacenarlos en un subespacio de la memoria que solo se vincula con la situación académica (Navarro, 2011).

El método de enseñanza habitualmente utilizado en las distintas etapas educativas para que el alumnado adquiera parte de los conceptos científicos sobre fenómenos y procesos naturales como los eclipses, las fases lunares, las estaciones o el día y la noche, no suele ser el adecuado, predominando con el paso del tiempo las concepciones propias (que pueden tener diversos orígenes) sobre estos fenómenos cotidianos.

La metodología utilizada en el aula normalmente es expositiva y no significativa, por lo que existe un desconocimiento general de cómo se producen estos fenómenos y cómo describirlos. Se suele prestar escasa atención al contenido observacional y descriptivo, a pesar de que en estos niveles estamos trabajando con estudiantes que se encuentran en la etapa cognitiva de operaciones concretas inicial, lo que requiere el uso de modelos tangibles para la comprensión de estos fenómenos. El aprendizaje significativo de un modelo Sol-Tierra-Luna adecuado a cada nivel cognitivo facilita la comprensión del entorno próximo, objetivo primordial de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Tras consultar distintas investigaciones en publicaciones del área hemos podido constatar la ambigüedad en las respuestas del alumnado de las distintas etapas educativas sobre los procesos de los fenómenos naturales cotidianos. Observamos contenidos mal planteados, mal aprendidos y, posiblemente, mal enseñados. En esta comunicación se presenta y testea una propuesta de actuación concebida para acercar al alumnado de primer ciclo de Educación Primaria a su entorno próximo, desarrollar formas de pensar cercanas a la actividad científica, mejorar su actitud hacia la ciencia y sentar las estructuras cognitivas de carácter descriptivo necesarias para el aprendizaje de teorías explicativas en etapas posteriores.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Identificar las concepciones alternativas del alumnado de Educación Primaria sobre los contenidos relacionados con el sistema Sol-Tierra-Luna.
2. Comprobar la eficacia del uso de modelos con objetos cotidianos para el tratamiento de estos contenidos en primer ciclo de Educación Primaria.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se está llevando a cabo una investigación cuasiexperimental comparativa, con grupo experimental y grupo de control a los que, antes de trabajar los contenidos en el aula, se

les proporciona un pretest de diseño propio y, una vez abordados según la metodología propuesta, se les vuelve a pedir que completen el mismo cuestionario (postest).

Participantes y contexto

La investigación se ha realizado en un colegio concertado de Granada durante el periodo de prácticas de la autora de este trabajo. El grupo experimental y el de control están constituidos por alumnado de 2º curso de Educación Primaria de dicho centro.

El grupo experimental está formado por 21 estudiantes, 8 de sexo femenino, y el de control por 44 estudiantes, 19 de sexo femenino.

Instrumentos de investigación

El cuestionario utilizado en el pretest y el postest se ha diseñado utilizando cuestiones relacionadas, casi en su totalidad, con la observación del entorno (Anexo). Hemos diferenciado cinco bloques de contenidos:

1. Fenómenos relacionados con el ciclo día-noche.
2. Fenómenos relacionados con las estaciones.
3. Las fases de la Luna.
4. Los eclipses.
5. Modelo Sol-Tierra-Luna.

Los tres primeros contienen cuestiones que hacen referencia a observación directa del entorno mientras que los dos últimos están más relacionados con los contenidos teóricos que el alumnado pueda haber estudiado anteriormente.

Metodología

En el grupo experimental, en el que ha impartido clase la autora de esta comunicación, lejos de basarnos en el uso casi exclusivo del libro de texto (como ha ocurrido en el grupo de control), la enseñanza-aprendizaje de los contenidos del tema se ha orientado en base al uso de modelos tangibles y estrategias, que podríamos considerar enfocadas como un juego de rol, en las que el alumnado ha participado en las actividades. En la Figura 1 se muestra parte del material empleado.



Figura 1. Material utilizado en las actividades

RESULTADOS

En el momento de escribir esta comunicación nos encontramos analizando los datos recopilados en los cuestionarios proporcionados a los participantes en el pretest y el postest. En esta comunicación presentamos los correspondientes al grupo experimental en relación con los bloques de contenidos anteriormente mencionados.

Bloque 1. Fenómenos relacionados con el ciclo día-noche

En el pretest, 15 estudiantes reconocen que el día y la noche no tienen la misma duración a lo largo del año, aumentando a 17 en el postest. En general no saben explicar por qué los días a veces duran más o menos, la mayoría piensa que simplemente es así. En el postest solo hay un caso que relaciona la duración del día y la noche con que la Tierra gira y otro caso que lo relaciona con la posición del Sol. Sin embargo, si se les pregunta de forma memorística todos contestan que el día y la noche se deben a la rotación terrestre.

Respecto a la posición del Sol cuando es de noche mejoran ligeramente, al aumentar el número de alumnos que responden que está al otro lado de la Tierra, y no escondido o tras las montañas. Por último, en relación con la posición de la Luna cuando es de día mejoran notablemente. Mientras que en el pretest son 9 los estudiantes que afirman que la Luna puede verse de día, en el postest son 19, sin duda debido a las recomendaciones continuas de la observación del entorno y al uso de modelos tangibles en el aula.

Bloque 2. Fenómenos relacionados con las estaciones

Cuando se les preguntó en el pretest si el Sol “sale” y “se pone” siempre por el mismo lugar, 14 respondieron correctamente. En el postest este número aumentó a 18. En general han mejorado bastante respecto a por qué hay veranos e inviernos. En el pretest la mayoría no fueron capaces de responder (12), y cuando lo hacían argumentaban que “tiene que haber de todo” (5). En el postest hay más respuestas, algunas de las cuales hacen referencia a la posición de la Tierra (1), a sus movimientos (3), o a cómo le da el Sol (5).

No ocurrió lo mismo cuando se cuestionó si alguna vez el Sol está justo sobre nuestras cabezas, pregunta a la que respondieron de forma correcta 15 estudiantes en el pretest y 14 en el postest, lo que nos permite defender que el estudio de estos fenómenos ha de concebirse como algo a trabajar durante todo el curso, y no exclusivamente durante el periodo en el que se aborda la Unidad Didáctica en el aula.

En relación con la elevación máxima del Sol a lo largo del año, en el pretest fueron 7 los estudiantes que identificaron el verano como la estación en la que el Sol se encuentra más alto respecto al horizonte, mientras que en el postest esta cuestión quedaba clara para 14.

Bloque 3. Fases de la Luna

En este bloque se pregunta al alumnado si siempre ve la Luna con la misma forma y por qué cree que ocurre eso. Pese a la utilización de modelos tangibles, el número de estudiantes que reconocen que la Luna “cambia de forma” pasa de 20 en el pretest a 18 en el postest. Volvemos a reclamar el estudio continuado de estos fenómenos, que habría que abordar, al menos, durante un ciclo lunar y con observaciones directas, más que limitarnos a su estudio teórico en las aulas en tiempo reducido.

En general pasan de decir que no saben o que cambia porque su forma cambia, a decir que se debe al reflejo del Sol, a su movimiento de traslación alrededor de la Tierra, o que depende de cómo la veamos. La mayoría (14) ha mejorado en su explicación.

Bloque 4. Eclipses

El número de estudiantes que afirma saber qué es un eclipse de Luna pasa de 7 en el pretest a 13 en el postest. Para los eclipses de Sol el número asciende de 8 a 14.

Las explicaciones de estos fenómenos también mejoran. Respecto al eclipse de Sol se pasa de 5 respuestas que podríamos considerar correctas a 13. Respecto al de Luna, mejora la explicación de 7 estudiantes, 6 lo confunden con el de Sol y 7 no saben explicar el fenómeno (en el pretest fueron 11).

En estos casos la observación directa es difícil, por lo que habrá que recurrir a simulaciones informáticas o la proyección de vídeos sobre estos fenómenos.

Bloque 5. Sistema Sol-Tierra-Luna

En este apartado el uso de modelos en el aula ha demostrado ser un buen aliado del proceso de enseñanza-aprendizaje. Mientras que en el pretest son 14 los estudiantes que reconocen que la Tierra gira alrededor del Sol, en el postest es reconocido por casi la totalidad del grupo (20). Algunos ejemplos de los dibujos explicativos confirman la mejora en la comprensión del modelo heliocéntrico (Figura 2). Como podemos observar en la figura, mejoran tanto en los movimientos relativos como en los tamaños de los astros.



Figura 2. Representación del sistema Sol-Tierra-Luna en el pretest (izquierda) y el postest (derecha) de dos estudiantes

CONCLUSIONES

A falta de analizar los datos del grupo de control y un análisis más exhaustivo de los que aquí presentamos, de un primer análisis de los recopilados en el grupo experimental podemos extraer las siguientes conclusiones:

- El uso de modelos tangibles en el aula mejora el aprendizaje de los fenómenos relacionados con el ciclo día-noche.

- Utilizando actividades de este tipo podemos mejorar la comprensión de algunos fenómenos relacionados con las estaciones, aunque hay otros que requieren un estudio más continuado en el tiempo.
- Ocurre igual con las fases de la Luna, cuyo estudio requiere un estudio observacional continuado más que una explicación, por buena que sea, encerrados en un aula.
- Los eclipses son fenómenos difíciles de entender si no se ha asimilado bien el modelo heliocéntrico, por lo que deberían trabajarse en cursos posteriores.
- El uso de maquetas es recomendable para abordar en las aulas el estudio de los modelos geocéntrico y heliocéntrico, contenidos que deberían trabajarse, como pronto, en el tercer ciclo de la Educación Primaria.

REFLEXIÓN FINAL

Podemos comprobar en el Real Decreto 1513/2006, por el que se establecen los contenidos mínimos para la Educación Primaria, que los correspondientes al primer ciclo en relación con el sistema Sol-Tierra-Luna hacen referencia exclusivamente a la “orientación de elementos del medio físico en relación con el Sol” y la “percepción y descripción de algunos elementos y fenómenos naturales: la luna, las estrellas y el sol, el día y la noche”

No obstante, en todos los libros de texto aparecen contenidos mucho más amplios y complejos desde los primeros cursos de la etapa y el profesorado suele impartirlos a estas edades, indicativo de la gran dependencia del libro de texto en las aulas actuales y de la falta de reflexión, por parte del colectivo docente, sobre los contenidos a abordar en función del nivel de desarrollo cognitivo del alumnado.

Lo que se debería hacer en Educación Primaria, sobre todo en los primeros cursos, es **observar** y **describir** el mundo que nos rodea, proporcionando realmente una educación por competencias. Asimilados los fenómenos de este entorno se podría proceder a la explicación que de ellos ha dado la ciencia a lo largo de la historia. Normalmente se actúa de forma contraria, mostrando una ciencia academicista poco relacionada con la vida cotidiana utilizando metodologías que lo único que consiguen es empeorar la actitud del alumnado hacia las disciplinas científicas.

Son las estrategias como la presentada en esta comunicación, unidas a la observación directa de la naturaleza y a la ruptura de un aprendizaje estanco en Unidades Didácticas independientes que se trabajan en intervalos temporales limitados, algunas de las cuestiones que pueden contribuir al verdadero desarrollo de la competencia científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso López, R., Bazo González, C., López Hernández, M., Macau Fabrega, M. D. y Rodríguez Palmero, M. L. (1995). Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el universo. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (3), 327-335.
- Ausubel, D. P. Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trías Ed.
- Bakas, C., y Mikropoulos, T. A. (2003). Design of virtual environments for the comprehension of planetary phenomena based on students' ideas. *International Journal of Science Education*, 25 (8), 949-967.
- Capachuz, A. F., Lopes, B., Paixão, F., Praia, J. F. y Guerra, C. (Eds.). (2004). *Proceedings of the International Seminar on “The state of the art in Science*

Education Research". Último acceso el 9 de noviembre de 2011, desde www.ua.pt/cidttf/ReadObject.aspx?obj=18200.

Editorial de *Enseñanza de las Ciencias*. (2004). 21 años de enseñanza de las ciencias. Llamamiento para un nuevo impulso. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), p. 3.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

Jones, B. L., Lynch, P. P. y Reesink, C. (1987). Children's concepts of the Earth and the Sun: A Cross Cultural Study. *Science education*, 65 (1), 95-107.

Navarro Pastor, M. (2011). Enseñanza y aprendizaje de astronomía diurna en Primaria mediante "Secuencias problematizadas" basadas en "Mapas Evolutivos". *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (2), 163-174.

Solbes, J., Furió, C., Gaviria, V. y Vilches, A. (2004). Algunas consideraciones sobre la incidencia de la investigación educativa en la enseñanza de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 52, 103-109.

ANEXO. CUESTIONARIO UTILIZADO EN EL PRETEST Y EL POSTEST

1. ¿Hay siempre las mismas horas de día y de noche? (sí/no). ¿Por qué crees que pasa?
2. ¿Dónde está el Sol cuando es de noche?
3. ¿Dónde está la Luna cuando es de día?
4. ¿En qué épocas o estaciones del año duran más los días?
5. ¿En qué épocas o estaciones del año duran más las noches?
6. ¿Has visto alguna vez la Luna de día?
7. ¿Ves la Luna siempre igual?
8. ¿Por qué crees que cambia la Luna?
9. ¿Sabes lo que es un eclipse de Luna? ¿Cómo crees que sucede?
10. ¿Sabes lo que es un eclipse de Sol? ¿Cómo crees que sucede?
11. ¿Por qué crees que hay veranos e inviernos?
12. ¿El Sol sale y se pone siempre por el mismo lado?
13. ¿Está el Sol alguna vez sobre nuestras cabezas?
14. ¿En qué época o estación del año está más alto?
15. ¿En qué época o estación del año está más bajo?
16. ¿Está el Sol más alto en verano que en invierno?
17. ¿Por qué crees que hace más calor en verano que en invierno?
18. Rodea la afirmación correcta: a) La Tierra gira alrededor del Sol; b) El Sol gira alrededor de la Tierra.
19. Haz un dibujo de la situación del Sol y la Luna respecto a la Tierra.

¹ Esta investigación se está llevando a cabo con la pretensión de solicitar una Beca de Iniciación a la Investigación del Plan Propio 2012 de la Universidad de Granada.

Implementación de una secuencia de enseñanza de la inducción electromagnética basada en la investigación

Zuza, K. y Guisasola, J. *Departamento de Física Aplicada I. Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea*

e-mail: kristina.zuza@ehu.es; Jenaro.guisasola@ehu.es

RESUMEN

La investigación en Enseñanza de la Física indica que hay una brecha importante entre el aprendizaje obtenido por los estudiantes y el esperado por los principales agentes de la enseñanza habitual tales como el profesorado y los libros de textos. En la enseñanza habitual los conceptos fundamentales de la inducción electromagnética se suelen analizar rápidamente, dedicando la mayor parte del tiempo a resolver problemas de forma más o menos memorística. Sin embargo, la investigación ha demostrado que dichos conceptos básicos, abordados de forma contextualizada, se convierten en condición necesaria para que los estudiantes tengan éxito a la hora de aproximarse a la resolución de problemas. En la presentación oral que realizaremos se propone una secuencia para enseñar, de forma interactiva, la introducción al tema de la inducción electromagnética. Así mismo, se presentarán ejemplos de actividades a realizar con los estudiantes. En concreto, para diseñar la secuencia y actividades, se utilizarán los resultados de la investigación en Enseñanza de la Física, así como las aportaciones de la epistemología de la ciencia. Para definir las claves conceptuales de la secuencia analizaremos las relaciones entre las evidencias empíricas (nivel macroscópico) y el modelo interpretativo (nivel microscópico).

Palabras clave

Enseñanza de la inducción electromagnética, niveles de Bachillerato y primero de Universidad, Secuencias de Enseñanza

INTRODUCCIÓN

El objetivo de interpretar los fenómenos físicos y naturales de acuerdo con modelos progresivamente más cercanos a los de la comunidad científica ha recibido mucha atención por parte de la comunidad de investigadores en enseñanza de la ciencia. Hay que tener en cuenta que aunque el aprendizaje de teorías y modelos ha sido contemplado habitualmente como uno de los objetivos tradicionales de la enseñanza de la física, hasta hace relativamente poco tiempo no se ha distinguido entre los modelos aprendidos de forma repetitiva y aquellos aprendidos de manera que pudiesen ser utilizados de forma funcional para explicar un conjunto de fenómenos y hacer predicciones sobre fenómenos nuevos.

En concreto la investigación en enseñanza de la física ha encontrado serias dificultades de aprendizaje en la comprensión por parte de los estudiantes del Electromagnetismo y en concreto de la teoría de la inducción electromagnética (IE) que permite explicar los fenómenos de inducción electromagnética elementales a nivel de cursos introductorios de física (Guisasola et al. 2011, Mauk y Hingley 2005). Se trata, de un campo de investigación bastante novedoso al que se ha dedicado más ilusión que esfuerzos fundamentados para analizar las ideas de los estudiantes y para proponer secuencias de enseñanza tanto a nivel de Bachillerato como universidad. La IE es un tema fundamental en el currículo de física en el bachillerato y en primeros cursos de ciencia e ingeniería. Desde el punto de vista de la disciplina la IE es un tema central del electromagnetismo donde se articulan diferentes leyes fundamentales de la electricidad y el magnetismo. Desde el punto de vista social y tecnológico la comprensión de la IE permite a los ciudadanos tomar decisiones sobre aplicaciones tecnológicas como la cocina de inducción, el teléfono móvil... Además, su comprensión permite a los científicos e ingenieros innovar nuevos instrumentos para la vida actual y el sistema productivo.

En este trabajo presentaremos una secuencia de enseñanza para la introducción del modelo interpretativo de la Inducción Electromagnética (IE), basada en los resultados de la investigación en Enseñanza de la Física. A continuación mostraremos algunos resultados de su implementación para estudiantes de primer curso de Ingeniería.

ANTECEDENTES Y PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Existen algunos estudios sobre la enseñanza de los conceptos y leyes relacionados con la inducción electromagnética (Zuza et al. 2012). Muchos de ellos están basados en las reflexiones del profesorado que destacan determinados aspectos de cómo se enseña la IE (Cohen 2005). Chabay y Sherwood (2006) indican que “Faraday’s law is usually difficult for students. Moreover, the integral form involves the concept of flux, which is traditionally introduced at the start of the course in the context of Gauss’ law and not mentioned again until the introduction of Faraday’s law” (p. 333). Aquellos trabajos desarrollados a nivel de Universidad y Bachillerato se han centrado principalmente en la comprensión de los estudiantes del concepto de flujo y de la definición de la ley de Faraday (Venturini & Albe 2002).

El presente trabajo añade a los estudios anteriores la propuesta de una secuencia de enseñanza basada en los resultados de la investigación didáctica en vez de en la experiencia e idiosincrasia del profesor/a. Así mismo se ha implementado la secuencia durante dos años en un curso de física general en primero de ingeniería industrial. Se utiliza una estructura de aplicación de la investigación en la secuencia de enseñanza basada en las evidencias. De forma que se establece una relación directa entre las decisiones que se toman para diseñar la secuencia de la unidad didáctica y las aportaciones de la investigación en enseñanza de la física. En este trabajo vamos a presentar la parte inicial de la introducción a la comprensión de los fenómenos de IE y los resultados obtenidos en clase. Nos centraremos en situaciones simples de nivel introductorio tales como circuitos en reposo en un campo magnético variable en el tiempo o bien, circuitos o conductores en movimiento en un campo magnético estacionario. Estas actividades sencillas nos permitirán centrarnos en los aspectos conceptuales y procedimentales sin que sean enmascarados por la complejidad

matemática de los problemas. En los resultados de la implementación, analizaremos los niveles de comprensión de los estudiantes al relacionar las evidencias empíricas con el nivel interpretativo del modelo explicativo.

DISEÑO DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA DEL MODELO DE INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Lijesen and Klaassen (2004) discuten que el diseño de secuencias es un proceso complejo de aplicación de los principios generales de la didáctica a un contexto específico de enseñanza de un tema concreto. Ellos resaltan que no es un proceso lineal sino un proceso cíclico con el objetivo de producir conocimiento sobre la enseñanza y el aprendizaje y, relevante para la implementación de la secuencia en clase. Esto se puede entender como que el diseño de secuencias de enseñanza no es un proceso mecánico de transferencia de los principios pedagógicos generales y resultados de la investigación a la enseñanza de temas concretos. Al contrario el diseño de secuencias de aprendizaje es un proceso creativo que tiene en cuenta no sólo los resultados sino también la cultura del aula y las circunstancias del profesorado y el alumnado.

Desde el punto de vista social-constructivista (Leach & Scott 2003) se considera que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias como un proceso de adquisición de conocimiento a través de la familiarización con habilidades propias del trabajo científico. A continuación vamos a describir en detalle cómo utilizamos esta perspectiva constructivista para interpretar los resultados y contribuciones de la investigación en el diseño y evaluación de secuencias de enseñanza. Para ilustrar los pasos en su diseño, pondremos como ejemplo la secuencia realizada para introducir el modelo interpretativo de los fenómenos de IE.

El diseño de secuencias basadas en la investigación tiene en cuenta tres tipos de recomendaciones de la investigación: a) intereses, actitudes y valores de los estudiantes y los estándares del currículo; b) Resultados de los estudios empíricos sobre concepciones y razonamientos de los estudiantes; c) Contribuciones relativas a cómo se aprende y enseña ciencias. Aunque la investigación muestra que los aspectos relacionados con las emociones y los valores tienen una clara relación con el proceso de cognitivo cuando los estudiantes están trabajando en sus actividades en la clase de ciencias (Zembylas 2005), esta recomendación es frecuentemente olvidada en el diseño de secuencias. Trabajar actividades que relacionan ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente significa apoyar una presentación socialmente contextualizada de la ciencia que estimula el interés de los estudiantes por el estudio de la disciplina y por involucrarse en la resolución de las tareas de clase (Simpson & Oliver 1990). El segundo tipo de contribuciones se refiere al análisis de las concepciones de los estudiantes que incluyen no sólo aspectos conceptuales sino también epistemológicos y ontológicos. Por tanto este segundo tipo de contribución está relacionado con contribuciones sobre la Naturaleza de la Ciencia. El tercer tipo de contribuciones incluye la relación del currículo escolar y el marco teórico actual de la física, es importante subrayar que tener en cuenta el marco teórico de la física incluye el desarrollo histórico del tema a enseñar, las dificultades que tuvieron lugar en su desarrollo y los argumentos utilizados para la definición de nuevos conceptos y teorías. Trabajando desde este análisis epistemológico es posible definir los objetivos de enseñanza bien justificados. En otras palabras, es posible justificar los objetivos elegidos en base a

evidencias epistemológicas de la disciplina. Como conclusion, todo lo anterior se indica en la tabla 1

Intereses, actitudes, valores y estándares	Análisis epistemológico del contenido del currículo escolar	Ideas y razonamientos de los estudiantes
Aspectos C-T-S-A	Indicadores de aprendizaje	Dificultades de aprendizaje
Objetivos de enseñanza		
Desarrollo de una secuencia de problemas y actividades		
Entorno interactivo de aprendizaje		
Estrategias de enseñanza		

Tabla 1. El uso de pruebas de la investigación para el diseño de una secuencia de enseñanza

De acuerdo con las aportaciones de la tabla 1, hemos diseñado unos objetivos de enseñanza que se expresan a través de lo que queremos que los estudiantes aprendan y de las posibles dificultades de aprendizaje que se muestran en la tabla 2. Al relacionar los indicadores de aprendizaje con las dificultades se pretende tomar conciencia de la demanda cognitiva que conllevan los objetivos de enseñanza del currículo. El tipo de actividades y su cantidad dependerá de la alta o baja demanda cognitiva de las competencias que se quieren enseñar.

Competencias del currículo relacionadas con	
Indicadores de aprendizaje	Dificultades de los estudiantes
i1) comprender el interés del estudio del tema y sus aplicaciones	Falta de relación entre los contenidos del currículo y los aspectos C-T-S-A
i2) Familiarizarse con los fenómenos de inducción electromagnética.	Falta de familiarización con la metodología experimental y las habilidades científicas (recoger datos, manejo de aparatos, análisis de resultados, emitir hipótesis)
i.2.1) Conocer fenómenos de inducción en espirales y solenoides producidos por campos magnéticos variables.	Dificultades en distinguir entre el nivel empírico (valores de las medidas) y el nivel interpretativo que utiliza conceptos tales como campo eléctrico y magnético variable, fuerza electromagnética, flujo magnético ...
i.2.2) Conocer fenómenos de inducción en circuitos en movimiento en campos magnéticos estacionarios.	
i.2.3) Conocer fenómenos de inducción combinando las dos situaciones anteriores	Falta de costumbre de trabajar en equipo
i.3.1.) utilizar correctamente el modelo macroscópico (Ley de Faraday) para explicar la inducción	Interpretar la inducción electromagnética solo desde el punto de vista microscópico
	Atribuir la inducción a la presencia del campo

i.3.2) utilizar correctamente el modelo microscópico (ley de Lorentz) para explicar la inducción	<p>magnético</p> <p>Confundir la superficie de integración de la ley de Faraday con la superficie del circuito</p> <p>No reconocer como equivalente y válidos los modelos interpretativos de Campo (Faraday) y de fuerza (Lorentz).</p>
--	---

Tabla 2. Indicadores de aprendizaje y dificultades

El análisis de los objetivos y dificultades nos lleva a diseñar actividades como puentes que superen la demanda cognitiva. En este trabajo vamos a concretar la secuencia para los indicadores 1 y 2. Esta secuencia la resumimos en la tabla 3.

Tabla 3. Secuencia de enseñanza del tema: ¿Cuándo se produce inducción electromagnética?

Secuencia de problemas	Forma en que la ciencia trabaja y qué debe aprenderse	Explicaciones científicas que deben ser comprendidas	Actividades (Indicador)
A. ¿Tiene interés el estudio de la inducción electromagnética?	A. La ciencia está interesada en los fenómenos naturales y sus implicaciones sociales.	A. Innovaciones científica en la vida cotidiana y aplicaciones tecnológicas que deberán ser comprendidas a lo largo del tema	A. A1 y A2 (i1)
B. ¿Cuándo se produce un fenómeno de IE y cuando no?	B. Familiarizarse con observaciones empíricas y obtener información sobre el fenómeno que ha ocurrido. Hacer predicciones sobre lo que debería ocurrir.	B. Estudio macroscópico y cualitativo de la IE. La IE ocurre cuando un campo magnético varía en el tiempo y/o cuando un conductor se mueve en un campo magnético. No hay inducción si hay un conductor en un campo magnético estacionario.	B. A.3, A.4, A.5 y A.6 (i2)

IMPLEMENTACIÓN DE LA SECUENCIA

La implementación de esta secuencia didáctica basada en la investigación se llevó a cabo en la Universidad del País Vasco en estudiantes de primer curso de ingeniería durante dos cursos consecutivos en de la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería. Esta asignatura contempla el tema de Inducción Electromagnética como parte del temario correspondiente al electromagnetismo. El primer año el grupo estaba compuesto por 43 estudiantes y el segundo curso por 61 estudiantes.

La secuencia didáctica completa fue diseñada teniendo en cuenta los tres indicadores de aprendizaje principales que se han presentado en la tabla 2. A continuación mostramos dos actividades. La A1 es relativa al primer indicador de aprendizaje y la A2 al segundo indicador de aprendizaje.

A.1 Por las tardes, después de dedicar unas horas a realizar las tareas de la universidad, te encuentras con tus amigas y amigos en un local. Habéis formado un grupo de música y estáis ensayando para grabar vuestra primera maqueta.

- a) Haz una lista de las cosas que hay en el local.
- b) ¿Cuáles de los objetos de esa lista necesitan electricidad para funcionar?
- c) ¿Conoces la base del funcionamiento de alguno de estos aparatos eléctricos? Busca información sobre el tema y decide cuáles de los aparatos de la lista que funcionan, en parte o totalmente, gracias a la inducción electromagnética.

A.4 Supongamos que hacemos variar la corriente I_1 que circula por un solenoide muy largo de radio r_1 y que con un amperímetro medimos la corriente inducida, I_2 , en el circuito exterior de resistencia R (ver figura). Si realizamos los cuatro experimentos señalados en el recuadro de la izquierda, razona cuál de las conclusiones a-d se pueden inferir de los citados experimentos:

Experimento 1: Mientras mantenemos creciendo la corriente I_1 en el solenoide, el amperímetro mide una corriente negativa, es decir, I_2 circula en sentido horario.
Nota: El amperímetro da una lectura positiva cuando *la corriente a su través* va de la terminal positiva a la negativa.

Experimento 2: Mientras la corriente I_1 en el solenoide se mantiene constante, el amperímetro mide una corriente nula.

Experimento 3: Mientras mantenemos decreciendo la corriente I_1 en el solenoide (con un ritmo de crecimiento mitad que en el experimento 1), el amperímetro mide una corriente que es la mitad de la medida en el experimento 1 y positiva, es decir, I_2 circula en sentido antihorario.

Experimento 4: Si utilizamos un solenoide que en su interior cree el mismo campo magnético que el del experimento 1, pero cuya sección transversal sea el doble, se observa que I_2 se duplica.

a) El campo eléctrico no coulombiano (y por tanto la fem) inducido en el circuito exterior que rodea al solenoide es proporcional al ritmo de cambio del campo magnético en el interior del solenoide, dB/dt .

b) Un campo magnético estacionario no da lugar a campo eléctrico inducido no coulombiano.

c) El campo eléctrico no coulombiano inducido en el exterior del solenoide es proporcional al área de la sección transversal del solenoide.

d) Un campo magnético variable con el tiempo en el interior del solenoide induce un campo eléctrico no coulombiano (y por tanto una fem) en el circuito exterior que rodea al solenoide.

Para analizar la efectividad de esta secuencia se realizó un diseño de pre-postest, con cuestiones relativas a los indicadores de aprendizaje además se compararon los postest con grupos de control de primer curso de ingeniería y tercer curso de ingeniería. Debemos recordar que el test completo está compuesto por 8 ítems, pero en la tabla 4 sólo se presentan los resultados de los tres primeros los cuales corresponden a los indicadores de aprendizaje i1 e i2.

El objetivo del diseño pre-postest fue el de estudiar la mejora en la comprensión significativa de la IE de los estudiantes del grupo de control. Para ello se utilizó por un lado el índice de Hake y por otro la evolución de las dificultades relativas a los indicadores de aprendizaje. El índice de Hake muestra que la ganancia en la comprensión es significativa si este índice es igual o superior a 0.1, podemos ver que se consigue superar este valor en las tres cuestiones.

ítem	g (primer año)	g (segundo año)
1	0.53	0.64
2	0.12	0.19
3	0.40	0.45

Tabla 4: Ganancia de Hake de cada ítem en cada curso

En investigaciones previas relacionadas con las dificultades de aprendizaje, se detectaron 4 tipos de dificultades (Guisasola et al. 2011), dos de ellas relacionadas con los dos primeros indicadores. En la tabla 5 mostramos la evolución de estas dos dificultades. Se presenta la suma de porcentajes de dificultades de aprendizaje en cada una de las cuestiones y de puede ver que ésta bajó a la mitad para el grupo experimental. Además, se comparó este resultado con los grupos de control de primer curso de ingeniería y de tercero de físicas.

Dificultad	Grupo exp. pretest	Grupo exp. postest	Grupo control 1º ingeniería	Grupo control 3º Físicas
B1. B estacionario genera IE	242,2	100	107,5	98
B3. Razonamiento de 'sentido común' para explicar IE	126	68,2	83	72,1

Tabla 5: Suma de porcentajes de las dificultades en cada una de las cuestiones. Evolución de las dificultades del grupo experimental y comparación del grupo de control.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de los cuestionarios pre-postest y las dificultades, muestran la efectividad de la secuencia de actividades que pretendemos presentar en la comunicación oral. La mejora de los estudiantes del grupo experimental es significativa y además las dificultades disminuyen a la mitad después de la implementación de la secuencia didáctica. Si comparamos las dificultades del grupo experimental postest con los grupos de control se

puede ver que los resultados son claramente mejores que los resultados del grupo de control de 1º de ingeniería y parecidos a los resultados obtenidos por el grupo de 3º de físicas.

A pesar de que los resultados son similares a los obtenidos por otros proyectos de investigación internacionales, debemos tener en cuenta que esta secuencia ha sido implementada sólo en dos grupos de estudiantes y que los profesores que han impartido las clases son expertos en estrategias como el aprendizaje basado en problemas. Además debemos tener en cuenta que estos resultados están relacionados a los indicadores de aprendizaje que hemos definido. Para seguir adelante con la investigación y para poder mejorar esta secuencia de actividades debemos implementar esta unidad didáctica en más grupos y en diferentes niveles.

BIBLIOGRAFÍA

Chabay R., & Sherwood S. (2006). Restructuring the introductory electricity and magnetism course. *American Journal of Physics* 74, 329

Cohen, S. M. (2005). Active learning in lectures introducing magnetic induction. *American Journal of Physics* 73, 284-285.

Guisasola, J., Almudí, J.M. & Zuza, K. (2011). University Students' Understanding of Electromagnetic Induction. *International Journal of Science Education*. DOI:10.1080/09500693.2011.624134.

Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and sociocultural perspectives on learning in science education. *Science & Education*, 12(1), 91-113.

Lijnse, P., & Klaassen, K. (2004). Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? *International Journal of Science Education*, 26(5), 537-554.

Mauk, H.V., & Hingley, D. (2005). Student understanding of induced current: Using tutorials in introductory physics to teach electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 73(12), 1164-1171.

Simpson R. D. & Oliver J. E. (1990). A Summary of Major Influences on Attitude Toward and Achievement in Science Among Adolescent Students. *Science Education*, 74(1), 1-18

Venturini, P., & Albe, V. (2002). Interpretation des similitudes et differences dans la maitrise conceptuelle d'étudiants en electromagnetisme a partir de leur(s) rapport(s) au(x) savoir(s). *Aster*, 25, 165-188.

Zembylas, M. (2005). Three Perspectives on linking the Cognitive and the Emotional in Science Learning: Conceptual Change, Socio-Constructivism and Poststructuralism. *Studies in Science Education*, 41, 91-115.

Publicación aceptada

Zuza, K., Almudí, J.M. y Guisasola, J. (en prensa). Revisión de la investigación acerca de las ideas de los estudiantes sobre la interpretación de los fenómenos de inducción electromagnética. *Enseñanza de las Ciencias*.

Una experiencia de desarrollo de competencias científicas mediante el método de proyectos

Álvarez-Lires, M., Arias-Correa, A., Pérez-Rodríguez, U., Serrallé, J.F., Varela, M., Álvarez Lires, F.J.

Universidade de Vigo. lires@uvigo.es

RESUMEN

Se presenta una experiencia realizada en la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales II de 2º curso de Grado en Educación Primaria (EP), cuyos objetivos son: desarrollar competencias científicas utilizando el trabajo por proyectos, dentro de la metodología habitual de aula, mostrar los obstáculos que representan las concepciones previas del alumnado de magisterio para aprender y enseñar ciencias (Arias-Correa, 2011) y experimentar el aprendizaje semipresencial (blended-learning) (Álvarez-Lires y Serrallé, 2009). Se trata de una investigación cualitativa (Cook y Reichardt, 2005) en la que se analizan producciones presenciales y virtuales del alumnado.

Palabras clave

Competencias científicas, método proyectos, blended-learning.

INTRODUCCIÓN

La introducción de las competencias en los currículos implica que el profesorado ha de poseer competencias docentes para que el alumnado desarrolle competencias básicas o profesionales, según el nivel educativo. El nuevo modelo educativo se basa en el aprendizaje autónomo y ha de encaminarse al desarrollo de competencias y no a la acumulación de conocimientos. Para ello es preciso no sólo dominar la disciplina, sino utilizar múltiples recursos y atender a procesos de aprendizaje, lo cual implica un papel docente no centrado en la transmisión de conocimientos sino en la mediación didáctica, trabajar en equipo, tratar la diversidad, partir de las representaciones del alumnado y evaluarlo según un enfoque formativo, sin olvidar la competencia en TIC (Sangrà, 2008). Este modelo implica cambios profundos (Izquierdo *et al.*, 2009; Gil y Vilches, 2008): las competencias se convierten en logros de aprendizaje y afectan a objetivos, papel del profesorado, actividades de enseñanza y evaluación (Bolívar, 2009).

Respecto de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), las prescripciones oficiales establecen que el alumnado de magisterio debe comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de dichas ciencias, conocer el currículo, desarrollar y evaluar contenidos mediante recursos apropiados y adquirir las competencias profesionales precisas para enseñar ciencias. La DCE ha de servir para adquirir competencias que permitan saber enseñar ciencias, gestionar el grupo-clase, impulsar proyectos de innovación, posicionarse ante problemas sociales y establecer relaciones con instituciones (Pujol, 2008). Para conseguirlo las finalidades de la ciencia escolar se han de abordar como una actividad para la construcción de nuevas maneras de pensar, hablar, sentir y actuar que permitan explicar y transformar el mundo (Izquierdo *et al.*, 1999). Se debe construir un pensamiento complejo, plantear un conocimiento en el que

razón y emoción sean elementos complementarios y se ha de ahondar en el significado de una ciencia escolar que eduque para la acción (Izquierdo *et al.*, 2004; Izquierdo, 2005). Optar por un modelo de ciencia escolar significa dejar de pensar en “temas” y estudiar fenómenos concretos que permitan múltiples interpretaciones, hacerse preguntas y buscar datos; construir conocimientos cooperativamente, comprender los fenómenos y determinar acciones para construir modelos de interpretación más complejos. Implica seleccionar modelos a considerar en la formación del profesorado (ser vivo, energía, materia/cambio químico, tierra/universo) (Pujol, 2008).

Si la introducción de las competencias conlleva una nueva forma de definir las intenciones educativas (Arias-Correa *et al.*, 2009) e incorpora la importancia de la funcionalidad, la utilización de saberes en diferentes contextos o la acentuación de lo relevante, habrá que pensar metodologías adecuadas y superar el reduccionismo conceptual (Gil y Vilches, 2008). El éxito de las mediaciones docentes residirá en enseñar a pensar, hablar, hacer, autorregularse y trabajar en colaboración (Pujol, 2007), porque las ciencias deben servir para analizar e interpretar fenómenos e información, han de ser comunicables y constituyen una actividad (Izquierdo, 2007) que se realiza en equipo y debe ser evaluable. Para ello se necesita profesorado reflexivo, conocedor de cómo se aprende ciencias y de los medios adecuados para potenciar dicho aprendizaje.

La LOE incorpora al currículo las competencias básicas, siendo una de ellas la de *conocimiento e interacción con el mundo físico*, identificada con la(s) competencia(s) científica(s) (Erduran y Jiménez, 2007; Bravo, Puig y Jiménez, 2009) o competencia(s) tecnocientífica(s) (Álvarez-Lires, 2010), entendida como la habilidad y disposición para utilizar los conocimientos y las metodologías usadas en las ciencias para explicar el mundo, así como su aplicación para modificar el entorno en respuesta a deseos o necesidades humanas. Esta competencia implica conocimiento de los principios básicos del mundo natural, de la tecnología y de productos y procesos tecnológicos, así como la comprensión de la relación entre ciencia, tecnología y otros campos tales como: progreso científico, sociedad (valores, implicaciones de género y éticas), cultura y desarrollo sostenible (Álvarez-Lires, *et al.*, 2010; Álvarez-Lires, en prensa).

¿Por qué un trabajo por proyectos?

Abordar la educación para todas las personas requiere repensar el currículo escolar, seleccionar contenidos (Izquierdo, 2005) y aprendizajes esenciales, promover prácticas pedagógicas acordes con lo que sabemos sobre el aprendizaje y hacer de la evaluación un proceso efectivo. Ello implica pensar en metodologías (Jiménez, 2000) que contemplen el desarrollo de competencias; motivadoras; basadas en la realidad; que permitan formular interrogantes y realizar una evaluación formadora; para que el alumnado sea capaz de construir conocimiento y el profesorado actúe como mediador. Al establecer para EP un enfoque competencial, el trabajo de aula deberá definir las intenciones educativas e incorporar la funcionalidad; la integración de contenidos, la relevancia de la generalización; y la acentuación de lo imprescindible.

La adquisición de competencias se lleva a cabo de una manera progresiva desde el comienzo de la escolaridad. En estas etapas educativas habrá que atender al desarrollo de las competencias básicas y esto requiere un trabajo que favorezca la planificación conjunta y la autonomía, la organización de materiales y recursos, la adopción de diversas formas de agrupamiento; permita el uso de fuentes y recursos variados, cotidianos y familiares, mezclando lo digital y lo tradicional; promueva métodos integradores que permitan planificar y organizar las tareas en grupo, que todo el alumnado pueda implicarse en las tareas en función de sus intereses, que se enfrente a

problemas cotidianos, que ofrezcan ocasiones para controlar el proceso, valorar los logros, que permita manejar la información, que estimule la práctica reflexiva y crítica... Desarrollar competencias supone una tarea compleja en la que las opciones metodológicas ocupan un lugar relevante (Martín, 2008). Se requieren metodologías centradas en el alumnado, socioconstructivistas, como las relacionadas con el desarrollo de tareas complejas, aprendizaje basado en problemas y los proyectos de trabajo.

Los proyectos cumplen estos requisitos, constituyendo una estrategia para lograr un aprendizaje significativo y pertinente; contribuyen al desarrollo de competencias básicas y particularmente de la competencia en conocimiento e interacción con el mundo físico.

ANTECEDENTES DE LA EXPERIENCIA

Se trata de una experiencia de investigación-innovación educativa (Schulman, 2004; Morales, 2010) que parte de un estudio sobre concepciones previas del alumnado (Arias-Correa *et al.*) y sus implicaciones en el diseño de líneas de actuación destinadas a la enseñanza y adquisición de competencias científicas docentes, encaminadas a desarrollar competencias básicas en EP. Dicha investigación desarrolla y experimenta el trabajo por proyectos (Arias-Correa *et al.*, 2009) como un método valioso, basado en el socioconstructivismo y experimentando el *blended-learning* (Álvarez-Lires y Serrallé, 2009). A continuación se muestran algunos de los resultados más relevantes.

a) A través de cuestionarios cerrados y *KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory)* (Tamir y Lunetta, 1978) se constató que sólo un 20% del alumnado había cursado bachillerato científico; el resto había abandonado las CE en 3º curso de ESO.

b) Se analizaron, mediante la técnica de análisis de contenidos (Krippendorff, 1990; Cook y Reichardt, 2005), carpetas de aprendizaje (Bolívar, 2009), estudios de caso, debates y proyectos (Arias *et al.*, 2009) como muestran los resultados de la Tabla I.

Consideraciones generales sobre metodología	<i>Estamos perdidos Nos sentimos mal porque no sabemos responder Esto es un “rollo” El método tradicional (explicaciones, apuntes, realización de problemas y practicas reproductivas) es más seguro y produce menos incertidumbre; sabemos si la respuesta es correcta</i>
Competencias clave y docentes	<i>Se desconocen, se nombran mal o se identifican con áreas o materias</i>
Conocimiento de recursos didácticos	<i>Libro de texto e Internet (considerada como fuente de saber universal)</i>
Trabajo de laboratorio	<i>Sólo el 17% había “visto” material de química y observado preparaciones al microscopio.</i>
Enseñanza y aprendizaje de las CCEE	<i>Conceptos=definiciones, acumulación de información y algoritmos Conocimiento declarativo escaso de un “modelo atómico” Desconocimiento de modelos científicos y de su utilidad No existen relaciones CTS ni implicaciones de género</i>
Interdisciplinariedad	<i>Saber disciplinar</i>
Evaluación	<i>Examen de un tema “explicado”, “saber conceptos”, resolver problemas tipo, “contar las prácticas realizadas”</i>
Cuestiones de actualidad	<i>Desconocimiento casi total del cambio climático, desarrollo sostenible...</i>
Justificaciones y argumentaciones	<i>Prácticamente ausentes. Sólo conocimiento declarativo</i>

Trabajo en colaboración	<i>Cada miembro del grupo “hace una parte y luego se juntan”</i>
Uso de TIC	<i>Internet, redes sociales, chat, búsqueda de “conocimientos”. Uso de plataformas de teledocencia sólo como repositorio de materiales Nunca habían incluido vídeos ni fotografías en sus trabajos</i>
Currículo EP	<i>Objetivos, contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, áreas. Ausencia de criterios de evaluación Sin relación con otras materias ni con competencias</i>

Tabla I. Ideas previas sobre el Método por Proyectos.

Estas concepciones interfieren a la hora de utilizar una metodología socioconstructivista para propiciar la adquisición de competencias. Aprender a enseñar ciencias o aprender a mediar en el aprendizaje de las ciencias en EP supone cuestionar concepciones iniciales -sobre la ciencia, el área implicada, sus contenidos, el currículo, su aprendizaje, su evaluación y el rol del profesorado- y construir otras más adecuadas.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Se diseñó el módulo *Un modelo de la materia*, siguiendo la secuencia didáctica indicada en Izquierdo (1995) utilizando el Ciclo de aprendizaje de Karplus (Jorba y Sanmartí, 1996; Pujol, 2007), tratando de hacer evolucionar sus modelos.

Actividades introductorias

a) Mediante cuestionarios KPSI, debates y estudios de casos se constató que veían la ciencia como un conjunto de leyes, teorías y descubrimientos que conducen a la verdad mediante “el método científico”; que existía conocimiento declarativo de aspectos elementales de un “modelo atómico” (cuya utilidad desconocían), científicos notables y Marie Curie. Sus descripciones de la utilidad de los modelos atómicos; comentarios críticos sobre cambio climático, sostenibilidad, modelo energético o biotecnologías, mostraron gran desconocimiento de cuestiones de actualidad (Garritz, 2010) y confusión células/átomos, elemento/compuesto, cambio físico/químico, que intentaron paliar en Internet sin contrastar la información. Justificaciones y argumentaciones estaban ausentes y confundían opinión con argumentación. El análisis de contenidos de sus producciones nos condujo a indagar en sus modelos científicos.

b) De acuerdo con las ideas previas (Tabla I), se seleccionan competencias coherentes con criterios de evaluación (Tabla II), comunicadas como objetivos de aprendizaje.

<i>Científica:</i> hacer evolucionar los modelos de partida mostrando aspectos de la construcción y producción científico-tecnológica, la interdisciplinariedad, las relaciones C/T/G/S (<i>Ciencia, Tecnología, Género, Sociedad</i>), realizar análisis y síntesis, proponer hipótesis, fomentar el espíritu crítico, aprender haciendo.
<i>Lingüística:</i> Aprender a hablar, escribir y (leer) ciencia es necesario para aprenderla significativamente. La argumentación contribuye a aprender a aprender, a desarrollar pensamiento crítico e ideas sobre la ciencia y su proceso de construcción (Sardá y Sanmartí, 2000; Sanmartí <i>et al.</i> , 2009; Jiménez, 2010).
<i>En diagnóstico y evaluación:</i> identificación de la relación existente entre la adquisición de competencias y la evaluación, realización de auto y coevaluaciones juntamente con el profesorado.
<i>En trabajo colaborativo presencial y semipresencial (blended- learning)</i>
<i>En TIC:</i> trabajo colaborativo en red a través de la plataforma de teledocencia.

Tabla II. Competencias a adquirir

Actividades de reestructuración y aplicación

a) Se realizaron actividades experimentales, se presentó un modelo simplificado de la materia (de partículas), se elaboraron mapas conceptuales y se usó el vídeo *El comportamiento de la materia* de la *Enciclopedia Británica* para realizar una actividad de reestructuración y hacer más complejo el modelo inicial, sustituyendo “partículas” por átomos y moléculas. Tras una primera aproximación a la identificación de cambios físicos y químicos en la vida cotidiana se realizaron actividades de aplicación de medida de las propiedades de materiales, una destilación, disoluciones y reacciones químicas.

b) Proyecto *Gestión de recursos autosuficiente y sostenible: fabricación de jabón*.

Se presentaron varias situaciones de aula para identificar la metodología utilizada en ellas. En la puesta en común se identificaron las condiciones que debe cumplir una actividad para que sea globalizada. Se llevó a cabo el proyecto en el aula y en el laboratorio. Las sesiones se grabaron y se pusieron a disposición del alumnado en el aula virtual junto al resto de recursos didácticos. Para efectuar la evaluación inicial se usó un KPSI y un *brainstorming*: *¿Qué sabemos sobre el jabón?* Una vez efectuada la detección de ideas previas, se procedió a determinar *¿Qué queremos saber?* El alumnado investigó en pequeño grupo y subió sus producciones al aula virtual. Se organizaron grupos de trabajo en el laboratorio. Se proporcionó una “receta” para la preparación de jabón y durante la sesión fueron apareciendo nuevos interrogantes sobre los procesos de disolución, los cambios químicos que ocurren, la razón de que el jabón “disuelva” las grasas, el porqué de las proporciones de sosa y aceite, el índice de saponificación, las hierbas saponarias y su uso por las mujeres, la importancia económica de su comercialización, por qué la disolución de sosa en agua desprende calor, ¿se puede medir?... El alumnado investigó con la mediación del profesorado algunas de estas cuestiones y el resto de manera autónoma en grupos. Elaboraron una V de Gowin y una reflexión grupal e individual. Colocaron sus producciones en el aula virtual. Una rúbrica orientó sobre los criterios de evaluación. Cubrieron nuevamente el cuestionario KPSI inicial. Se llevaron a cabo tres sesiones de coevaluación en las que se abordaron las cuestiones *¿Qué hemos aprendido?* *¿Qué propuestas de mejora podemos hacer?* *¿Cómo continuar el proyecto?* Finalmente, se valoraron sus producciones.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Cuando el alumnado tiene que afrontar tareas autónomas, mediadas por el profesorado, su primera reacción es de sorpresa, desconcierto o rechazo. La evolución de sus ideas previas durante el proceso se puede constatar en los párrafos siguientes.

Convencerle de que construir los propios aprendizajes es más útil que el aprendizaje por repetición del modelo transmisivo requiere establecer empatía, que el profesorado sea accesible y esté dispuesto a resolver dudas, a reconducir procesos y a debatir con el alumnado y, sobre todo, convencerle en la práctica de que sólo se aprende en la acción (Izquierdo, 2005). En el análisis de sus producciones se detecta una mayor consciencia de lo que están aprendiendo, lo que les falta por aprender y de sus dificultades, sobre todo para su aplicación. No son conscientes de la necesidad de utilizar modelos científicos -si no se solicita- aunque aparece la “necesidad de interpretar fenómenos”. Perciben que “saben” algo cuando conocen la palabra, pero sus producciones muestran que siguen sin “saberlo”. Resumen de las dimensiones analizadas (tabla III).

Consideraciones generales sobre metodología	<p><i>Estamos aprendiendo a pensar</i></p> <p><i>Enseñanza y aprendizaje son procesos relacionados pero diferentes</i></p> <p><i>Nuestros modelos son los tradicionales y resulta difícil adaptarse a este</i></p>
---	--

	<i>nuevo método</i> <i>Estos aprendizajes y metodología me van a servir en el futuro</i>
Competencias clave y docentes	<i>Estamos aprendiendo a identificarlas y analizarlas, pero queremos saber más sobre cómo se aplican y cómo se evalúan.</i> <i>Ahora ya sabemos qué son las competencias</i> <i>Es difícil seleccionar información y valorarla con espíritu crítico</i>
Conocimiento y uso de recursos didácticos	<i>Existen muchos recursos multimedia. Sólo habíamos visto vídeos para hacer un resumen o después de un tema ya explicado. Así resulta complicado pero interesante.</i> <i>¿Dónde se puede buscar información si los libros de texto contienen errores e Internet también?</i> <i>Utilizaron como recursos el libro sobre proyectos, grabaciones de aula, materiales on-line y, en menor medida los vídeos didácticos y el libro Ciencia para educadores (Garrido et al., 2008).</i>
Evaluación	<i>Nuestra idea sobre evaluación identificada con examen y calificación está cambiando</i>
Investigación en el aula	<i>Ha resultado muy difícil la identificación de preguntas de investigación e interpretar las observaciones</i> <i>No habíamos visto cómo se “hace” ciencia</i>
Enseñanza y aprendizaje de las ciencias	<i>Hacemos cosas nuevas e interesantes</i> <i>Nunca o casi nunca habíamos ido a un laboratorio. Es divertido.</i> <i>No habíamos manejado instrumentos de laboratorio</i>
Modelos	<i>Tenemos que aprender a interpretar fenómenos</i> <i>No sabemos cosas muy básicas de ciencias</i>
Competencia lingüística	<i>Tenemos dificultades para justificar y argumentar lo que queremos decir</i>
Trabajo en colaboración	<i>No tenemos hábitos de trabajo en equipo y cuesta adquirirlos</i>
TIC y blended-learning	<i>No habíamos usado vídeos como recurso.</i> <i>Tenemos muchas dificultades para usar los foros de debate. Preferimos reunirnos presencialmente.</i> <i>Nunca habíamos incluido fotos del trabajo ni vídeos o audios de debates.</i>

Tabla III. Evolución de las ideas previas

Pero, junto a esta evolución, persisten ideas previas (explicar temas, concepto igual a definición) y omisiones (no aparecen referencias a evaluación, fenómenos o modelos), detectadas en debates y producciones escritas.

Hemos iniciado el camino para que el alumnado aborde la explicación de fenómenos mediante modelos. En este sentido, los primeros mapas conceptuales elaborados muestran dificultades de relación entre conocimientos, jerarquización, distinción de lo relevante, competencia lingüística y falta de bagaje científico. Su reestructuración está resultando compleja. Se han puesto en cuestión sus concepciones metodológicas sobre la enseñanza de las ciencias y sobre el significado de evaluación, aunque todavía están lejos de la autorregulación. Se ha realizado una aproximación a las competencias científicas docentes y, a través del diseño de proyectos, se ha ejemplificado un método para desarrollar competencias básicas en EP.

Esta investigación muestra dificultades para realizar un cambio de modelo docente desde la DCE en exclusiva, lo que conduce a la necesaria coordinación de los equipos docentes (Bolívar, 2009). Desvela una realidad compleja y sistémica, pues las competencias científicas interaccionan con otras y se ha de conocer el punto de partida del alumnado e incidir en aspectos metodológicos. Hemos provocado un conflicto cognitivo y afectivo en el alumnado y, a veces, en el equipo investigador. A partir de

ello pretendemos que aquel construya conocimiento desde su realidad y se lo hacemos saber. Para ello hemos abordado un proceso de recapitulación de lo aprendido, evaluación de puntos fuertes y débiles y actividades de aplicación (proyectos) para conseguir que el alumnado sea capaz de diseñar y evaluar tareas complejas autónomamente para desarrollar competencias docentes, científicas en particular.

Los resultados ponen de manifiesto la posibilidad de caminar hacia el desarrollo y consecución de las competencias docentes que los estudios de grado y el actual marco legislativo demandan. La DCE puede y debe contribuir a dicho proceso.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo parte del proyecto financiado por el MICINN EDU2009-13890-C02-01.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Lires, F.J. y Serrallé, J.F. (2009). *Una experiencia de teleformación. Los aprendizajes a nivel de postgrado*. Comunicación presentada en el Congreso Internacional sobre Investigación e Innovación de la Docencia Universitaria en el EEES, Madrid.

Álvarez Lires, M. (2010). *La Formación y el Desarrollo profesional de los profesores de ciencias: Retos y desafíos de un mundo en transformación*. Conferencia impartida en el Taller internacional Promoviendo Cultura Científica para los Desafíos de un Mundo en Transformación, UPC, Santiago de Chile (Chile).

Álvarez Lires, M. *et al.* (en prensa). La Historia de las Ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las Ciencias*.

Álvarez Lires, M. *et al.* (2010). Educación científica, género y desarrollo sostenible. *Revista de Investigación en Educación*, 8, 62-72.

Arias Correa, A. *et al.* (2009). *O traballo por proxectos en infantil, primaria e secundaria*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.

Arias Correa, A. *et al.* (pendiente de aceptación). Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en alumnado de Magisterio. ¿Cómo mediar en el desarrollo de competencias científicas? *Educación XXI*.

Bolívar, A. (2009). *Deseñar e avaliar por competencias na universidade. O EEES como reto*. Vigo: Vicerreitoría de Formación e Innovación Educativa, Universidade de Vigo.

Bravo, B.; Puig, B. & Jiménez, M.P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*, 20(2), 42-48.

Cook, T.D. & Reichardt, CH. (2005). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Madrid: Morata.

Erduran, S. & Jiménez, M. P. (Eds.) (2007). *Argumentation in Science Education*. Dordrecht: Springer.

Garrido, J. M. *et al.* (2008). *Ciencia para educadores*. Madrid: Pearson.

Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), 315-326.

Gil, D. & Vilches, A. (2008). Que deben saber e saber facer os profesores universitarios? En VVAA, *Novos enfoques no ensino universitario* (pp. 25-43). Vigo: Universidade de Vigo.

- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111–122.
- Izquierdo, M. (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6, 125-138.
- Izquierdo, M. *et al.* (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la escuela*, 53, 21-29.
- Izquierdo, M. *et al.* (2009). *Guia per a l'avaluació de la competència Científica a ciències, matemàtiques i tecnologia*. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya.
- Izquierdo, M. *et al.* (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, n° extra, 79-92.
- Izquierdo, M. *et al.* (1995). *Col·lecció Ciències 12/16*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- Jiménez, M. P. (2010). *Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona. Graó.
- Jiménez, M. P. (2000). Modelos didácticos. In F. J. Perales & P. Cañal (Dirs.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 165-186). Alcoy: Marfil.
- Jorba, J. & Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: MEC.
- Krippendorff, K (1990). *Metodología del análisis de contenido. Teoría y Práctica*. Barcelona: Paidós Ibérica, S.A.
- Martín, E. (2008). *Los retos de la escuela pública*. Ponencia presentada en las Jornadas Sarean, Eibar (España)
- Morales, P. (2010). Investigación e innovación educativa. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 8, 48-73.
- Perrenoud, Ph. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.
- Pujol, R.M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.
- Pujol, R.M. (2008). *Pensar en la escuela primaria para pensar en la formación de su profesorado, desde la DCE, en el marco del nuevo grado*. Comunicación presentada en los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Almería (España).
- Sangrà, A. (Coord.). (2008). *Os materiais de aprendizagem em contextos educativos virtuais. Pautas para o designo tecnopedagógico*. Vigo: Universidade de Vigo.
- Sanmartí *et al.* (2009). Argumentación en clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, n° extra. Barcelona, 1722-1727.
- Sardá, A. & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Schulman, L. S. (2004). *Teaching as community property: Essays on higher education*. S. Francisco: Jossey-Bass.
- Tamir, P. y Lunetta, V. I. (1978). An analysis of laboratory activities in the BSCS. Yellow Version. *The American Biology Teacher*, 40, pp. 353-357.

O USO DO FILME DE ANIMAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Blasbalg, M. H., Arroio, A.

Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo - Brasil

agnaldoarroio@yahoo.com

RESUMO

O presente trabalho envolveu uma pesquisa qualitativa de uma classe de 1º ano, com o objetivo de estudar em que medida o uso do filme de animação pode atuar como ferramenta na mediação do processo de ensino e aprendizagem de ciências de crianças na faixa dos 5 a 6 anos de idade, sob uma perspectiva sociocultural de educação. Desse modo, as crianças assistiram o desenho animado “Madagascar”, realizando, posteriormente, atividades previamente planejadas pela professora com o intuito promover o processo de *Enculturação científica*. Os resultados indicam que o uso de filmes pertencentes ao cotidiano infantil pode representar uma alternativa viável para o ensino de ciências, visto que possibilita abordar os temas científicos respeitando o modo singular através do qual a criança dessa faixa etária constrói o conhecimento.

Palavras-chave

Enculturação científica, Ensino de ciências, Cinema, Séries iniciais.

INTRODUÇÃO

Ensinar ciências para as crianças do primeiro ano (5 a 6 anos) não é uma tarefa simples, já que requer tanto o entendimento sobre a concepção de ensino e aprendizagem desta área do conhecimento como sobre a forma pela qual o aluno dessa faixa etária constrói o conhecimento.

O ensino de ciências desde os anos iniciais de escolaridade é um tema que vem gerando inúmeros debates na literatura por autores como Johnston (2011), Dewey (2010), Bruner (2008), Carvalho (2008), Capecchi (2004). De acordo com esses autores, o ensino de ciências é desejável desde cedo na vida das crianças, visto que seus temas possibilitam a criação de contextos educativos que contemplam seus focos de interesse e preocupação.

Segundo Carvalho (2004), as atividades de ciências nos anos iniciais podem e devem ser planejadas para que os estudantes ultrapassem a ação contemplativa, encaminhando-se para a reflexão e busca de explicações. Para tal, os alunos devem ter oportunidade de construir as relações entre as grandezas e, quando necessário, ter acesso aos termos usados pela sociedade científica, de modo que sejam capazes de expressar, além do significado semântico, um conjunto de relações bem estruturadas.

Carvalho (2007) propõe que o ensino e a aprendizagem de ciências devem ser vistos como parte de um processo de *Enculturação científica*, planejados de forma a

contemplar as relações existentes entre ciências e sociedade, a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e a compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais.

Driver *et al* (1994) também defendem o uso da metáfora da aprendizagem de ciências como um processo de enculturação. Segundo esses autores, a ciência pode ser entendida como uma cultura detentora de regras, linguagens e valores próprios e, portanto, sua aprendizagem deve objetivar a compreensão e a prática dessa cultura. Esse enfoque educativo requer a elaboração de currículos e/ou projetos em ensino de ciências capazes de possibilitar o engajamento reflexivo dos estudantes em assuntos científicos que sejam de seu interesse e preocupação (Carvalho, 2008).

Nesse sentido, torna-se preciso proporcionar aos alunos espaços para discussões relacionadas ao conhecimento científico, às inovações tecnológicas as quais têm acesso e aos problemas ambientais que afligem o mundo, seu próprio futuro e o do planeta (Sasseron & Carvalho, 2007), de forma que, combinando o conhecimento científico com a habilidade de tirar conclusões baseadas em evidências, possam compreender o ambiente em que vivem e ajudar a tomar decisões sobre e as mudanças nele provocadas pela atividade humana.

Sob o foco da *Enculturação científica* há uma mudança na especulação *do que* pode estar se passando pelo cérebro dos estudantes *para como* os estudantes constroem significados acerca do mundo. A aprendizagem científica passa a ser vista como a aquisição de ferramentas e técnicas culturais que possibilitam aprender a participar de formas, geralmente muito específicas, da atividade humana. Nesse contexto, a linguagem assume papel central no processo de ensino e aprendizagem (Yore, Bisanz, & Hand, 2003; Lemke, 1998; Candela, 1999; Roth, 2005; Carlsen, 2007).

Para Lemke (1998), a aprendizagem de ciências envolve não somente as linguagens oral e escrita, compreendendo todos os modos de significação que as pessoas empregam em formas especificamente científicas de atividade humana. Lemke propõe a perspectiva de “semiótica social” que envolve o estudo de como os significados são atribuídos por meio de instrumentos culturais de sistemas de palavras, imagens, símbolos e ações. Desse modo, sob a perspectiva da semiótica social, a aprendizagem envolve todas as práticas e atividades capazes de atribuir significado através de um processo social. Assim, o objetivo da educação científica deve ser o de possibilitar que os alunos usem todas estas linguagens de modo significativo e apropriado, e, acima de tudo, de serem capazes de integrá-las funcionalmente na condução da atividade científica.

De maneira convergente, Prain e Waldrip (2006) reforçam a importância dos diferentes modelos de representação, tais como gráficos e modelos verbais, no processo de aprendizagem, principalmente das crianças pertencentes aos anos iniciais de escolaridade. De acordo com esses autores, a construção e interpretação de significados científicos está fortemente relacionada a capacidade de compreender, traduzir e integrar representações múltiplas e multimodais, considerando-as parte da aprendizagem sobre a natureza do conhecimento científico e suas formas de representá-lo.

Com base nas considerações até então mencionadas, torna-se essencial buscar estratégias de ensino de ciências que, coerentes com a fase de desenvolvimento da criança do 1º ano, sejam capazes de criar oportunidades para o aluno falar, ler e escrever sobre aspectos científicos de seu interesse, possibilitando sua inserção na cultura científica.

Neste trabalho, defendemos que os filmes de animação, por serem muito apreciados pelas crianças e comumente encontrados no cotidiano infantil, podem ser entendidos como uma ferramenta relevante na mediação do processo do ensino e aprendizagem de temas relacionados à ciências.

As ideias defendidas por Dewey (2010) reforçam que o uso dos filmes de animação pode representar, de fato, uma alternativa importante para o ensino de ciências das crianças pertencentes aos anos iniciais de escolaridade. Para o autor, o estudo dos temas de ciências desde cedo é valioso para a educação, uma vez que possibilita que a criança desenvolva as habilidades de interpretar e controlar suas experiências passadas. Tal enfoque reforça o papel fundamental do professor na utilização das experiências da vida cotidiana dos alunos de modo a levá-los, gradualmente, e por meio da extração de fatos e leis nelas contidas, à experiências de ordem científica. Sendo assim, os filmes de animação infantis podem ser utilizados para gerar experiências que, mediadas pelo professor, possibilitem a construção do conhecimento científico.

Considerando que a aprendizagem de ciências envolve as interações sociais sobre questões sócio científicas, os filmes podem criar contextos educativos capazes de engajar os estudantes na discussão de problemas que os afligem, possibilitando o melhor entendimento do mundo que os cercam (Arroio, 2010). Esse enfoque reforça o papel dos filmes na mediação do processo de ensino e aprendizagem dos temas de ciências, tornando esse processo mais relevante e reflexivo para os estudantes.

Arroio e Giordan (2006) enfatizam as contribuições do uso dos recursos audiovisuais no ensino de ciências. Para esses autores, a utilização de tais recursos é saudável, pois altera a rotina da sala de aula e permite diversificar as atividades ali realizadas, atuando tanto como motivador da aprendizagem como organizador do ensino na sala de aula.

É importante salientar que, nesse tipo de proposta, o professor assume papel fundamental no desencadeamento do processo educativo, uma vez que cabe a ele determinar quais situações podem gerar interesse para o grupo e como elas podem ser trabalhadas e articuladas com tópicos científicos em outras formas de diálogo sobre a realidade (Arroio, 2010). Desse modo, cabe ao professor escolher filmes que sejam pertinentes ao contexto do grupo, preparar a forma de apresentação e as sequências didáticas a serem desenvolvidas.

Sendo assim, entendemos que os filmes de animação, por fazerem parte do cotidiano infantil e permitirem a abordagem dos temas científicos por meio de uma linguagem diferente da usualmente utilizada na sala de aula, podem ser utilizados para gerar aprendizagens significativas, uma vez que podem favorecer o estabelecimento de relações entre novos conteúdos e os conhecimentos que as crianças já possuem, matizando-os, ampliando-os ou diferenciando-os em função das novas informações, no sentido defendido por Vygotsky (2003).

Tendo em vista o panorama citado, neste trabalho, o filme de animação foi utilizado com o objetivo de inserir os alunos na cultura científica, de modo a criar oportunidades que os levassem a falar, representar e refletir sobre os temas científicos a partir dos temas de interesse do grupo, proporcionando uma aproximação entre os conceitos espontâneos e os científicos.

METODOLOGIA

Este estudo envolveu uma investigação qualitativa, desenvolvida em uma classe de 1º ano do ensino fundamental de uma escola particular da cidade de São Paulo, contendo 17 alunos. Os dados recolhidos representam os documentos gráficos e escritos que as crianças realizaram para registrar suas descobertas após a discussão do filme, mediada pela professora.

O filme “Madagascar” foi escolhido por se tratar de um filme bastante conhecido e apreciado pelas crianças. O conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo abordado pelo filme foi levantado pela professora e, a partir de tais dados, foi traçada uma sequência de atividades, tendo em vista a promoção do processo de *Enculturação científica*.

Considerando que esse desenho animado aborda explicitamente as diferenças entre os ambientes naturais e os construídos, a cadeia alimentar e a questão da vida em cativeiro, sua apresentação foi dividida em duas partes: a primeira, que se passa na cidade de Nova Iorque e a segunda, que acontece numa floresta em Madagascar. Após a apresentação de cada parte do filme, houve uma discussão sobre o trecho assistido, seguido do registro escrito (escrita espontânea da criança, sem a interferência da professora) e gráfico das descobertas.

O registro gráfico foi elaborado de forma criativa, ou seja, mediante o uso livre de diferentes técnicas no registro daquilo que foi mais importante para o autor do trabalho. Tal proposta, embasada nas ideias de Vygotsky (2003) e Bruner (2008), teve o objetivo de abrir um espaço de recriação e reelaboração dos conceitos estudados, de forma a contemplar seus focos de interesses ou necessidades, mediante o uso de uma forma de representação diferente da simbólica, ou seja, das linguagens oral e escrita. Portanto, nesses trabalhos, encontram-se os significados pessoais que a criança atribuiu aos conceitos apresentados no filme.

Além disto, houve também a elaboração de textos coletivos (professora como escriba) dos elementos presentes em cada tipo de ambiente abordado pelo filme. A elaboração de textos coletivos são atividades muito frequentes na rotina do primeiro ano, uma vez que as crianças desse grau se encontram em pleno processo de alfabetização/letramento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados revelam que as crianças combinaram elementos presentes no filme com elementos já conhecidos ou de seu interesse para construir o conceito Ambiente natural. Tal fato pode ser observado na escrita do aluno TB (figura 1), na qual a palavra NEVE aparece em seu texto para descrever o Ambiente natural, apesar desse elemento não ter sido abordado no filme. É importante ressaltar que, em decorrência dos passeios realizados durante as férias de inverno por algumas crianças do grupo, a neve foi um tema que gerou bastante interesse, aparecendo recorrentemente nas rodas de conversa e nos trabalhos.

O trecho que se segue representa a sistematização do conceito Ambiente natural elaborado por MC (figura 2). Podemos observar que essa criança, tal como TB, também utilizou elementos que não apareceram no filme, mas que fazem parte do seu cotidiano, tais como COPO e MAÇÃ para construir o conceito estudado.

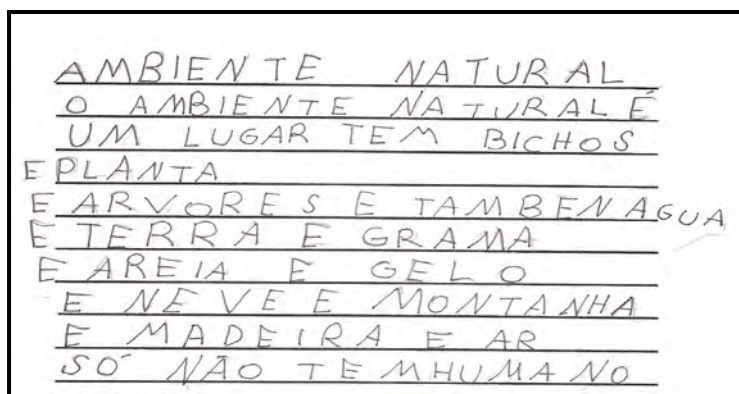


Figura 1. Sistematização do conceito Ambiente natural elaborada por TB

Tal observação vai de encontro aos pressupostos de Vygotsky (2003), segundo os quais as crianças, desde cedo, fazem uso da função criadora para construírem suas percepções sobre o mundo, combinando os novos elementos oferecidos aos já conhecidos na construção de conhecimento.

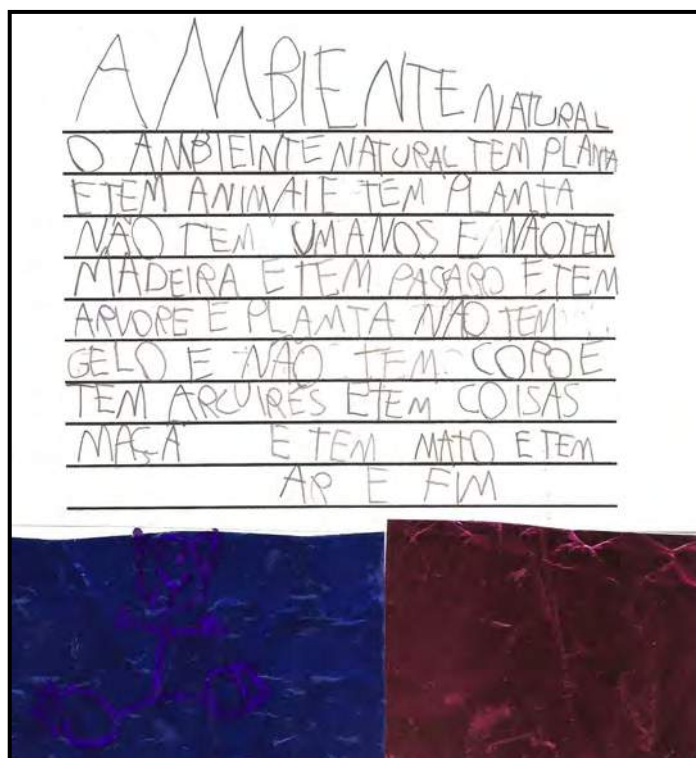


Figura 2. Registro do conceito “Ambiente natural” elaborado por MC (Ambiente Natural – O Ambiente natural tem planta e tem animal, e tem planta, não têm humanos e não tem madeira e tem pássaro e tem gelo e não tem copo e tem arco-íris e tem coisas e tem muito mato e tem ar e fim)

A figura 3, a seguir, representa a sistematização do conceito Ambiente natural elaborado pela aluna FH. É possível observar que a aluna, ao utilizar os termos CARNÍVOROS e UMANOS (carnívoros e humanos), incorporou expressões da cultura científica em seu texto. De acordo com Carvalho (2007), este fato é muito importante, pois indica o desenvolvimento do processo de *Enculturação científica*.

Além da utilização de termos pertencentes à cultura científica, o texto de FH também revela o caráter subjetivo do conceito de ambiente natural elaborado pela aluna. Percebe-se que a criança combinou elementos observados durante o filme e aspectos de seu interesse, como por exemplo, “LÍNDAS BORBOLETAS”, para estruturar suas ideias.

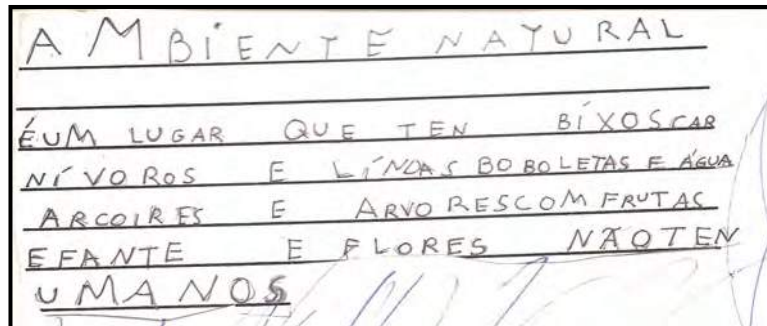


Figura 3. Registro elaborado por FH para sistematizar o conceito Ambiente natural (Ambiente natural é um lugar que tem bichos carnívoros e lindas borboletas e água e arco-íris e árvores com frutas, elefante e flores. Não têm humanos)

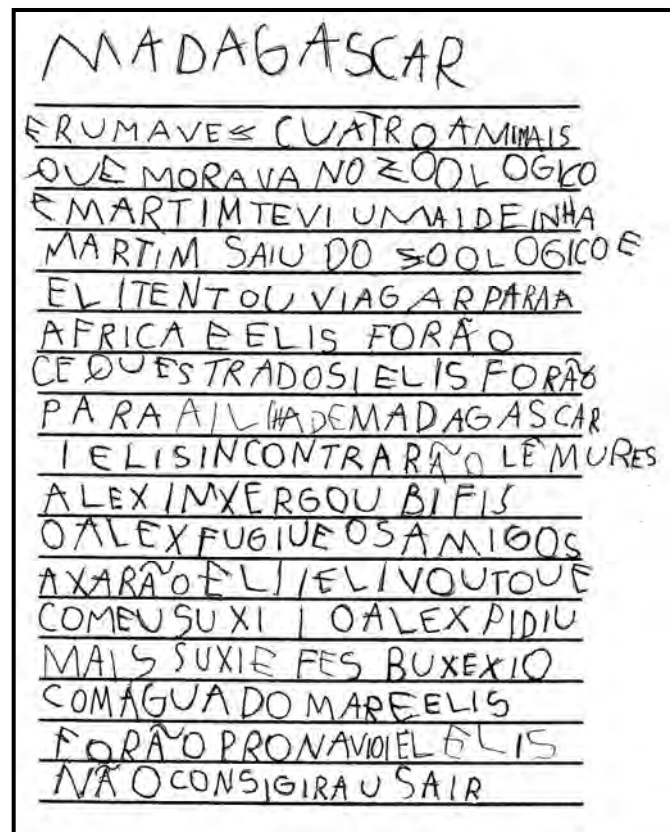


Figura 4. Reconto do filme Madagascar, elaborado por DT (Era uma vez quatro animais que moravam num zoológico e Martim teve uma ideia. Martim saiu do zoológico e ele tentou viajar para África e eles foram parar na ilha de Madagascar. Eles encontraram lêmures. O Alex enxergou bifês. O Alex fugiu e os amigos acharam ele e ele voltou e comeu sushi. O Alex pediu mais sushi e fez bochecho com água do mar. Eles foram para o navio e eles não conseguiram sair.

O texto representado na figura 4, extraído do reconto do filme elaborado por DT, revela o conceito espontâneo do aluno sobre os hábitos alimentares dos leões. Percebe-

se pela escrita de DT que este acredita que Alex fugiu dos amigos porque “INXERGOU BIFIS” (enxergou bifés). Esse fato evidencia o pouco conhecimento da criança acerca da relação apresentada no filme entre os hábitos alimentares dos leões (Alex) e o despertar de seus instintos.

Do mesmo modo que FH, a palavra LÊMURE, escrita no texto de DT para designar o nome dos animais que habitam Madagascar, indica que este aluno, ao incorporar em seu texto essa palavra, apropriou-se com naturalidade de termos pertencentes à cultura científica.

CONCLUSÕES

O filme, enquanto experiência primária, representou o ponto de partida para experiências reflexivas, capazes de levar à reflexão dos conceitos estudados. Considerando as ideias defendidas por Dewey (2010), a experiência não é simplesmente fruto das sensações e sim das relações estabelecidas entre os objetos e seus atributos por meio do pensamento reflexivo. Desta forma, propiciar aos alunos do primeiro ano do ensino fundamental experiências primárias através de filmes que contemplem seus focos de interesse e necessidades, criando oportunidades para posterior reflexão, parece ser um modo coerente de articular o ensino de ciências à forma como as crianças da faixa dos 5 a 6 anos de idade constroem o conhecimento.

Observou-se que, ao longo desta pesquisa, as crianças construíram o conhecimento científico por meio da recriação subjetiva da realidade, integrando aos seus trabalhos suas características individuais, elementos do seu cotidiano ou aspectos de seu interesse, de maneira convergente com os pressupostos defendidos por Vygotsky (2003)

Dentre os objetivos almejados pela *Enculturação científica*, a presente proposta educacional proporcionou a transformação natural da linguagem cotidiana em linguagem científica (Carvalho, 2007), possibilitando a apropriação de termos e expressões pertencentes à cultura científica.

Com base nas considerações acima, é possível afirmar que o uso intencional do filme de animação “Madagascar” atuou como ferramenta cultural na mediação da aprendizagem dos temas abordados em sala de aula com o intuito de promover a *Enculturação científica*. Tal constatação reforça o ponto de vista defendido por Arroio (2010), segundo o qual os filmes representam uma importante possibilidade de mediação do processo de construção de conhecimento, uma vez que possibilitam a criação de contextos significativos de aprendizagem.

Vale a pena ressaltar que a eficácia dessa ferramenta parece estar diretamente relacionada ao estabelecimento de objetivos claros para sua utilização em sala de aula, sendo o professor responsável em fazer a mediação necessária para promover nos alunos tanto o estabelecimento de novas relações como a tomada de consciência, transformando os conceitos espontâneos em científicos.

Os resultados deste trabalho apontam que o uso de filmes de animação pode contribuir para a consecução dos objetivos curriculares almejados para o ensino de ciências do primeiro ano do ensino fundamental, ou seja, para a inserção dos alunos na cultura científica, uma vez que favorece a aquisição de novas formas de relacionar e conciliar as diferentes áreas e esferas da vida humana, levando as crianças a vislumbrar as ciências e seus produtos como elementos presentes ao seu dia-a-dia.

BIBLIOGRAFIA

Arroio, A., & Giordan, M. (2006). O vídeo Educativo: Aspectos da Organização do Ensino. *Química nova na escola*, 24, 8-11.

Arroio, A. (2010). Context based learning: a role for cinema in science education. *Science Education International*, 21 (3), 131-143.

Bruner, J. (2008). *La disponibilidad para aprender – Desarrollo cognitivo e educación*. Madrid: Ediciones Morata.

Candela, A. (1999). *Ciência em el aula*. Buenos Aires: Paidós.

Carlsen, W.S. (2007). Language and Science learning. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 57-74). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Carvalho, A. M. P. (2004). Building up Explanations in Physics Teaching. *International Journal of Science Education*, 26 (2), 225-237.

Carvalho, A. M. P. (2007). Habilidades de Professores para promover a Enculturação Científica. *Revista Contexto & Educação*, 22 (1), 25-49.

Carvalho, A. M. P. (2008). Enculturação científica: uma meta do ensino de ciências. In: Traversini, C. (Ed.). *Trajetória e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas: livro 2*. (pp. 115-135). Porto Alegre: EDIPUCRS.

Dewey, J. (2010). My Pedagogic Creed. *School Journal*, 54, 77-80.

Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.

Johnston, J. S. (2011, June). *Play Pedagogies for Scientific Exploration*. Comunicação apresentada no IOSTE MiniSymposium, Reading, England.

Lemke, J. L. (1998, setembro). *Teaching all the languages of science: words, symbols, images and actions*. Comunicação apresentada na *Conference on Science Education*. Barcelona, Espanha.

Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An Exploratory Study of Teachers' Use of Multi-modal representations of Concepts in Primary Science. *International Journal of Science Educatio*, 28(15), 1843-1866.

Roth, W. M. (2005). *Talking Science. Language and learning in Science Classrooms*. USA: Rowman & Littlefield Publishers.

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2007). Alfabetização científica desde as primeiras séries do ensino fundamental – em busca de indicadores para a viabilidade da proposta. In: A. J. S. Oliveira (Ed.), *Atas Eletrônica do XVII Simpósio Nacional do Ensino de Física* (pp. 1-10). São Luiz, Maranhão: SBF.

Vygotsky, L.S. (2003). *La imaginación y el arte em la infância: Ensayo psicológico*. Madrid: Akal.

Yore, L.D.; Bisanz, G.L., & Hand, B.M., (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725.

El aprendizaje del equilibrio de fases de un componente en estudiantes universitarios de Química

Flores Almazán, S. y Trejo Candelas, L. M.

*Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química, UNAM, D.F. 04510 Mexico
safasusa1@hotmail.com*

RESUMEN

Presentamos una propuesta de secuencia didáctica que incluye ciclos de aprendizaje 5E (enganche, exploración, explicación, elaboración y evaluación) para: i) enseñar y regular el aprendizaje de las ideas y habilidades más importantes del equilibrio de fases en sistemas de un componente y ii) para ayudar a desarrollar algunas de las competencias profesionales en estudiantes del tercer semestre de carreras universitarias de Química en grupos con numerosos y diversos estudiantes. Nuestra secuencia contiene actividades de contextualización, modelación y comunicación en el aula, basadas en resultados de investigaciones e innovaciones educativas y retroalimentadas con la visión reguladora y autorreguladora de la evaluación en un curso reestructurado al definir los aprendizajes esperados, al fomentar la gestión escolar del curso y al emplear metodologías activas.

Palabras clave

Equilibrio fases secuencia ciclo aprendizaje

INTRODUCCIÓN

La educación superior es fundamental para el desarrollo sociocultural y económico y para la construcción del futuro, de acuerdo a la primera conferencia mundial sobre este tema en 1998. Se propuso así una educación centrada en las competencias y aptitudes, pues ambas preparan a los individuos para vivir en situaciones diversas y poder cambiar de actividad. Se desea que el egresado pueda contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad y a resolver los problemas complejos más importantes que afectan al bienestar de las comunidades, las naciones y la sociedad mundial (UNESCO, 1998).

En Europa, con la Declaración Budapest-Viena de 2010 da comienzo, de manera oficial, el Espacio Europeo de Educación Superior EEES o European Higher Education Area (EHEA) para aumentar la compatibilidad y comparabilidad de los sistemas de Educación Superior de los 47 países participantes (EEES, 2012). Entre las líneas de acción a desarrollar de este proyecto están el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos o European Credit Transfer System (ECTS) que constituye una reformulación conceptual de la organización del currículo de la educación superior mediante su adaptación a los nuevos modelos de formación centrados en el trabajo del estudiante. Los programas de los cursos contienen aprendizajes esperados (lo que se espera que cada estudiante conozca, comprenda y sea capaz de hacer) y horas de trabajo dentro y fuera del aula (el tiempo necesario para que lograr estos objetivos). Cada aprendizaje

esperado se expresa en términos de créditos y cada crédito es equivalente a entre 25 y 30 horas de trabajo. Esta medida del haber académico comporta un nuevo modelo educativo que ha de orientar las programaciones y las metodologías docentes centrándolas en el aprendizaje de los estudiantes, no exclusivamente en las horas lectivas (BOE, 2003).

En nuestro continente se ha propuesto el Espacio Latinoamericano y del Caribe de Educación Superior ELES (ELES, 2010) que incluye muchos aspectos de la experiencia europea: Un cambio hacia modelos académicos que fomenten la movilidad, transferencia de créditos, enseñanza centrada en el aprendizaje y basada en competencias, asimilación de las mejores prácticas, estrategias de aseguramiento de la calidad, etc.

En México se acordó por la ANUIES desde 2000 (ANUIES, 2000) que los graduados de la educación superior deberán caracterizarse, por ejemplo, con algunos de los siguientes elementos para enfrentar los retos del mundo del trabajo: Ser capaces de contribuir a la innovación y ser creativos; ser capaces de trabajar en equipo; contar con capacidades de comunicación y sensibilidad social; contar con una formación sólida en los conocimientos y capacidades generales; desarrollar aptitudes para resolver problemas, etc. En concordancia, el más reciente Programa Sectorial de Educación en nuestro país (SEP, 2007) propone como parte de uno de sus objetivos el ofrecer una educación integral que equilibre la formación en valores ciudadanos, el desarrollo de competencias y la adquisición de conocimientos, a través de actividades regulares del aula, la práctica docente y el ambiente institucional, para fortalecer la convivencia democrática e intercultural. Para lograr esto se busca promover que los estudiantes de las instituciones de educación superior desarrollen capacidades y competencias que contribuyan a facilitar su desempeño en los diferentes ámbitos de sus vidas.

Una de las principales razones para introducir este enfoque ha sido porque contribuye a mejorar la calidad de la educación superior ya que las competencias aportan elementos para superar algunas de las deficiencias de la educación superior tradicional, tales como: 1. El énfasis en la transmisión del conocimiento. 2. La escasa pertinencia de las carreras frente al contexto disciplinar, social, investigativo y profesional-laboral. 3. El escaso trabajo interdisciplinario entre los docentes. 4. El empleo de sistemas de evaluación autoritarios, rígidos y con baja pertinencia. 5. La dificultad para homologar los estudios y validar el aprendizaje (Tobón et al, 2006).

Sin embargo, no existe acuerdo para que las universidades mexicanas, públicas o privadas, adopten el enfoque de desarrollo de competencias frente a la tradicional adquisición de conocimientos. Algunas instituciones de educación superior mexicanas en algunas de las carreras que ofrecen han hecho esta transición, como el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Autónoma de Querétaro, etc. en particular en las carreras del área de Ingeniería (Vargas Leyva, 2008). En la UNAM la licenciatura de Médico Cirujano es la excepción con su plan de estudios 2010 basado en un trabajo colegiado iniciado en el 2004. Este plan de estudios tomó en cuenta aspectos como el entorno de la salud en México: Demandas, necesidades y retos, la organización de los servicios de salud, las características actuales y tendencias futuras en la medicina, las características actuales y tendencias futuras de la formación profesional, etc. (FM UNAM, 2010).

En este contexto, en nuestra facultad de Química de la UNAM, como en otras universidades que fomentan la investigación científica, la mayoría de sus docentes no aceptan nuevas pedagogías (DeHann, 2005; Anderson et al, 2011) como sería el

enfoque de competencias. Sin embargo para una minoría esta visión es fundamental para lograr la formación integral e innovadora de sus egresados (Flores Almazán et al, 2008) que viven en la sociedad de la información, del conocimiento múltiple e incierto y del aprendizaje continuo. Donde los contenidos que se enseñan en la escuela, por su carácter relativo y perecedero, no deben ser un fin en si mismos sino un medio necesario para promover ciertas capacidades o competencias en los alumnos.

La enseñanza del equilibrio de fases.

El tema equilibrio de fases está incluido en la asignatura teórica (3 horas semanales)-práctica (3 horas semanales) llamada Equilibrio y Cinética, que se cursa en el tercer semestre en nuestras licenciaturas de Química, Ingeniería Química, Ingeniería Química Metalúrgica, Química de Alimentos y Química Farmacéutica-Biológica desde agosto de 2006. Precede a esta materia el curso teórico-práctico de Termodinámica clásica.

El programa de la asignatura (DFQ, 2005) plantea estudiar cuatro unidades temáticas: Equilibrio físico, sistemas binarios, equilibrio químico y cinética química. En un semestre promedio de 16 semanas estudian la asignatura alrededor de 700 estudiantes, y se encuentran divididos en aproximadamente 15 cursos teóricos y 35 prácticos. Una clase típica de teoría contempla una exposición magistral con ayuda del pizarrón donde se utilizan las matemáticas para exponer de manera formal y rigurosa la mayor parte de los temas, lo que, en general, no ayuda a su comprensión (Trejo et al, 2002-2003). Para aplicar y evaluar lo estudiado en clase es práctica común que el profesor resuelva en clase un significativo número de ejercicios, que se entreguen series de problemas para aumentar esta importante práctica y que problemas similares se pregunten en los exámenes, lo que tampoco ayuda a su comprensión (Kim et al, 2002), ya que, por ejemplo, no se reflexiona explícitamente en qué es un problema y que estrategias se pueden emplear para su solución (Flores Almazán et al, 2007). Tenemos tantos temas por enseñar que, en general, se revisan de manera superficial la mayoría de los contenidos y esta actividad consume la totalidad de nuestro tiempo disponible. Los resultados obtenidos, durante años de repetir este esquema, mantienen a la asignatura con un índice de reprobación promedio del 60 %.

La unidad Equilibrio físico (sistemas ideales) es la primera que se estudia en esta asignatura. Se le asignan, en principio, 9 horas de estudio teórico y 9 de estudio práctico en el laboratorio. El temario para revisar en la clase de teoría es: 1.1. Diagramas de fases de un componente. Criterio de equilibrios entre fases. 1.2. La regla de las fases de Gibbs. 1.3. Construcción de diagramas de fase potencial químico - vs -Temperatura. 1.4. Ecuación de Clapeyron. Aplicación de los equilibrios sólido-líquido, líquido-vapor, sólido-vapor, sólido-sólido. Construcción de diagramas de fase en coordenadas Presión- vs - Temperatura. 1.5. Ecuación de Clausius-Clapeyron para los equilibrios: líquido-vapor y sólido-vapor.

En el laboratorio se estudian dos protocolos experimentales cada uno en una sesión de 3 horas: Equilibrio líquido-vapor. Presión de vapor y entalpía de vaporización del agua (DFQ, 2008a) que busca comprender e interpretar el significado de las variables termodinámicas involucradas en la ecuación de Clausius-Clapeyron, para aplicarlas en la determinación de la entalpía de vaporización de una sustancia y Equilibrio entre fases. Construcción del diagrama de fases del ciclohexano (DFQ, 2008b) que pretende interpretar el diagrama de fases de una sustancia pura, construido a partir de datos de presión y temperatura obtenidos a través de diferentes métodos.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

En poblaciones estudiantiles universitarias de gran tamaño y diversidad (capacidad, motivación, base cultural, nivel socioeconómico, etc.) se necesitan nuevas formas de vivir el aprendizaje y la enseñanza por parte de profesores y alumnos. Coincidimos con la literatura especializada (Haak et al, 2011) que una forma de promover el aprendizaje de todos los alumnos (o al menos la mayoría) es combinar la reestructuración del curso al definir los aprendizajes esperados y al fomentar la gestión escolar del curso con la adopción de metodologías activas en el aula.

Antecedentes de la investigación

Durante los primeros semestres que se empezó a impartir esta asignatura los docentes acordaron el dedicar las primeras horas del semestre para repasar el tema de los potenciales termodinámicos en sistemas abiertos, y así fomentar el uso del potencial químico como hilo conductor durante la mayor parte del curso. También se reconoció que los temas por enseñar y aprender eran demasiados, pero que sólo convenía regular lo mínimo a enseñar durante el diseño y revisión, en academia, de las preguntas de opción múltiple propuestas para elaborar los exámenes departamentales. Hasta la fecha no ha habido acuerdo para seleccionar y/o priorizar los temas más importantes de cada unidad así que, en general, su enseñanza sigue la secuencia y profundidad que proponen los libros de texto de Fisicoquímica recomendados en nuestro programa. Por ejemplo, en los libros de texto clásicos (Castellan, 1987) y recientes (Ball, 2004) esta unidad se presenta con más o menos el mismo orden: Equilibrio, potencial químico, ecuación de Clapeyron, entalpías y entropías de cambios de fase (ejemplos), diagrama de fases, ecuación de Clausius-Clapeyron (aplicación, ejemplos y ejercicios) y regla de las fases. En una de las más recientes ediciones del libro de Atkins (Atkins y De Paula, 2006), la unidad tiene la secuencia: Diagramas de fases P vs T, descripción y ejemplos, estabilidad de las fases, criterio termodinámico de equilibrio, ecuación de Clausius-Clapeyron (aplicación, ejemplos y ejercicios) y tipos de transiciones de fase. Y otro libro recomendado en nuestro programa (Levine, 2009) tiene la secuencia: Introducción, regla de las fases (ejemplos y ejercicios), diagrama de fases P vs T, entalpías y entropías de cambios de fase, ecuaciones de Clapeyron y de Clausius-Clapeyron (aplicación, ejemplos y ejercicios) y transiciones sólido-sólido.

Por fortuna, desde el punto de vista de la investigación e innovación educativas, existen recomendaciones y sugerencias para mejorar la enseñanza y el aprendizaje del tema de interés (Boudreaux et al, 2012, Ciccioli et al, 2011, Doymus 2007, Glasser, 2004, Hawkes, 1999, Lieu, 1996, Peckham et al, 1993, Tellinghuisen, 2010).

Soluciones y recomendaciones

Para reestructurar el curso así como para adoptar metodologías activas en el aula existen diversas recomendaciones (Eilks et al, 2009). En cuanto al primer aspecto, para cursos tan saturados de temas como el nuestro, decidimos fomentar la gestión en el aula para acordar vía consenso entre el docente y los estudiantes que es lo que se quiere lograr y cómo hay que actuar plasmado en un contrato didáctico (Sanmartí, 2002), así como establecer los aprendizajes esperados en los estudiantes, i. e., lo que deben saber decir y saber hacer como resultado de su aprendizaje (Bennett et al, 2009). Al hacer explícitos los aprendizajes esperados conviene también indicar los criterios y los maneras en que se evaluará para que los estudiantes sepan desde el principio que puede ser evaluado y cómo se realizará lo que les ayudará a decidir el tiempo de estudio que le dedicarán a cada asignatura así como lo que necesitan para alcanzar cierta calificación aprobatoria.

Con respecto a los aprendizajes esperados se establecieron ocho ideas conceptuales y las correspondientes habilidades a desarrollar en esta unidad. Las habilidades seleccionadas en el orden de su enseñanza fueron: 1. Enlistar las posibles fases y cambios de fase en sistemas de un componente; 2. Identificar una situación real de equilibrio entre fases; 3. Explicar fenómenos vía la presión de vapor en sistemas de un componente; 4. Describir el efecto de la temperatura en la presión de vapor; 5. Construir diagramas de fases PvsT en sistemas de un componente vía datos experimentales; 6. Explicar vía diagramas potencial químico - vs $-T$ estabilidad de fases en sistemas de un componente; 7. Resolver ejercicios y problemas de equilibrio de fases en sistemas de un componente vía la ecuación de Clausius-Clapeyron; y 8. Construir diagramas de fases P vs T en sistemas de un componente vía la ecuación de Clausius-Clapeyron. La visión que se intentó seguir en esta secuencia fue el introducir a los estudiantes a la evidencia experimental antes de modelar la realidad vía la termodinámica.

Las ideas conceptuales más importantes de la propuesta son presión de vapor y diagrama de fases (Canpolat et al, 2006 y Ciccioli et al, 2011). Presión de vapor de saturación es aquella que ejerce una sustancia pura a una temperatura dada en un sistema que contiene sólo el vapor y la fase condensada, líquido o sólido, de una sustancia (IUPAC, 2006) y diagrama de fases es un esquema que muestra la relación entre las diversas fases de una sustancia, generalmente en el espacio de la presión, volumen y temperatura. Es decir, es un esquema que ilustra las condiciones PVT de equilibrio en que ocurren las transiciones de fase (Ciccioli et al, 2011).

Estos conocimientos disciplinares nos permiten fomentar el desarrollo de las siguientes competencias profesionales: Capacidad para demostrar el conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas de la Química; Resolución de problemas cualitativos y cuantitativos según modelos previamente desarrollados; Reconocer y analizar nuevos problemas y planear estrategias para solucionarlos; Evaluación, interpretación y síntesis de datos e información química; Procesar y computar datos, en relación con información y datos químicos; Monitorización mediante la observación y medida de las propiedades químicas, sucesos o cambios y el registro sistemático y fiable en la documentación apropiada; Interpretación de datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que la sustentan (ANECA, 2005).

El cómo aprender estos conocimientos y desarrollar las competencias seleccionadas se logra al emplear metodologías activas aquellas que explícita o implícitamente fomentan la solución de problemas como aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en casos, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo, etc. En nuestro caso hemos seleccionado la metodología de aprendizaje basada en la indagación guiada llamada ciclo de aprendizaje o modelo de instrucción 5E (enganche, exploración, explicación, elaboración y evaluación). Este modelo amplió el ciclo de aprendizaje de tres etapas originalmente diseñado a finales de los 1950's y principios de los 1960's por Karplus y Atkin, a su vez basado en las investigaciones de Piaget. Las etapas originales eran exploración, invención y descubrimiento, donde el estudiante, respectivamente, tenía una experiencia inicial con el fenómeno, conocía nuevos términos asociados con conceptos objetos de estudio, y aplicaba conceptos y utilizaba términos en situaciones nuevas pero relacionadas. Con el tiempo el ciclo de aprendizaje fue evolucionando y diversificándose para no sólo enseñar conceptos sino también habilidades (Lawson, 1995). El modelo 5E inicia con actividades de enganche cercanas al interés de los estudiantes y termina con una fase de evaluación (sumativa) para demostrar su comprensión y habilidades en un nuevo contexto.

En nuestra secuencia didáctica hemos diseñado cuatro ciclos de aprendizaje 5E consecutivos: 1. Aspectos generales de fase, estados de agregación y cambios de fase, con especial interés en intentar distinguir vapor de gas. 2. Diagramas de fase experimentales, con especial interés en observar la conducta P vs T real de las fases y alótropos que presentan sustancias como agua, dióxido de carbono, carbono, helio, etc., 3. Presión de vapor, con especial interés en lograr un aprendizaje conceptual y 4. Diagramas de fase teóricos, con especial interés en conocer los modelos termodinámicos (potencial químico y ecuaciones de Clausius-Clapeyron) que explican y predicen el equilibrio de fases en sistemas de un componente.

En nuestra propuesta es central la idea de la evaluación como motor del aprendizaje. Coincidimos con emplear la evaluación formativa como reguladora ya que:

“Un principio importante para adquirir una habilidad es conocer el resultado de la actuación. Los individuos adquieren más rápido una habilidad se reciben retroalimentación sobre lo bien que lo han hecho. Y si lo han hecho mal deben saber cuál es su error. Desde hace mucho tiempo se sabe que la práctica sin retroalimentación produce muy poco aprendizaje. Uno de los dilemas persistentes en la educación es que los estudiantes pasan mucho tiempo practicando habilidades de forma incorrecta porque se les proporciona poca o nula retroalimentación. Y más aún, cuando la reciben ésta no es oportuna ni de utilidad (Pellegrino et al. 2001, p. 87)”.

Así, para que las actividades realizadas ayuden a lograr los aprendizajes esperados introducimos numerosas actividades en diversos momentos para retroalimentar de manera significativa y oportuna su comprensión y su desempeño. Entre los instrumentos que empleamos están el informe personal o KPSI (ver instrumento KPSI en el apéndice), las bases de orientación (Jorba et al, 1996; Sanmartí, 2006), la prueba POE predecir, observar y explicar, etc. así como pruebas específicas para las temáticas en estudio como el Phase Achievement Test (ver apéndice) que evalúa conceptos como fase, cambios de fase y diagramas de fase (Doymus, 2007), preguntas conceptuales sobre presión de vapor (Canpolat et al, 2006) (ver apéndice), etc.

Por último, queremos compartir algunas reflexiones sobre los procesos de diseño y de implementación de nuestra propuesta. En unidades tan cargadas de contenido como la que trabajamos ha sido crucial seleccionar los aprendizajes mínimos esperados de los estudiantes para elaborar, de forma simultánea, las actividades de enseñanza y de evaluación para favorecer la regulación y la autorregulación de los aprendizajes. Así, preferimos estudiar pocos temas a fondo que muchos de manera superficial. Y para poder implementar esta propuesta conviene crear con antelación un compromiso de trabajo en los alumnos mediante la gestión escolar.

CONCLUSIONES

En poblaciones estudiantiles universitarias de gran tamaño y diversidad (capacidad, motivación, base cultural, nivel socioeconómico, etc.) se necesitan nuevas formas de vivir el aprendizaje y la enseñanza por parte de profesores y alumnos. Para promover el aprendizaje de conocimientos y el desarrollo de competencias en los estudiantes se recomienda reestructurar el curso y adoptar metodologías activas en el aula. Una forma que nos ha funcionado es definir los aprendizajes esperados, fomentar la gestión escolar del curso, emplear la evaluación formativa para regular el aprendizaje de los estudiantes, etc. mediante secuencias didácticas de ciclos de aprendizaje 5E (enganche, exploración, explicación, elaboración y evaluación).

BIBLIOGRAFÍA

- ANECA (2005). *Libro blanco. Título de grado en Química*. Madrid: ANECA.
- Anderson, W.A., Banerjee, U., Drennan, C.L., Elgin, S.C.R., Epstein, I.R., Handelsman, J., Hatfull, G.F., Losick, R. O'Dowd, D. K., Olivera, B. M.; Strobel, S. A., Walker, G. C., Warner, I.M. (2011). Changing the culture of science education at research universities, *Science* 331(6014), 152-153.
- ANUIES (2000). Asociación nacional de universidades e instituciones de educación superior. *La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo una propuesta de la ANUIES*. México: ANUIES.
- Atkins, P.W., De Paula, J. (2006). *Physical Chemistry*. New York: W.H. Freeman.
- Ball, D.W. (2004). *Fisicoquímica*. México: Thomson.
- Bennett, S.W., Wilson, I. (2009) Assessment in Higher Level Chemistry Education. En Eilks, I.; Byers, W. (Eds.). (2009) *Innovative Methods of Teaching and Learning Chemistry in Higher Education*, pp 217-230. London: RSC Publishing.
- BOE (2003). Real Decreto 1125/2003. Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2003-17643
- Boudreaux, A., Campbell, C. (2012). Student Understanding of Liquid-Vapor Phase Equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 89(6), 707-714.
- Castellan, G. W. (1987) *Fisicoquímica*, 2ª Edición, USA: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Ciccioli, A., Glasser, L. (2011). Complexities of One-Component Phase Diagrams, *Journal of Chemical Education*, 88(5), 586-591.
- Canpolat, N., Pinarbasi, T., Sözbilir, M. (2006). Prospective Teachers' Misconceptions of Vaporization and Vapor Pressure, *Journal of Chemical Education*, 83(8), 1237-1242.
- DeHann, R.L. (2005) The impending revolution in undergraduate science education, *Journal of Science Education and Technology* 14(2), 253-269
- DFQ, DEPARTAMENTO DE FISICOQUÍMICA, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM (2005). Programa de Estudio para Equilibrio y Cinética (1308). Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/1308EquilibrioyCinetica-4.pdf>
- DFQ (2008a) Protocolo "Equilibrio líquido-vapor. Presión de vapor y entalpía de vaporización del agua" para el Laboratorio de Equilibrio y Cinética (1308). Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde <http://depa.pquim.unam.mx/fisiquim/pdf/cinetica/1Presion%20de%20vapor.pdf>
- DFQ (2008b) Protocolo "Equilibrio entre fases. Construcción del diagrama de fases del ciclohexano" para el Laboratorio de Equilibrio y Cinética (1308). Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde <http://depa.pquim.unam.mx/fisiquim/pdf/cinetica/2Diagrama%20de%20fases%20ciclohexano.pdf>
- Doymus, K. (2007). Effects of a Cooperative Learning Strategy on Teaching and Learning Phases of Matter and One-Component Phase Diagrams. *Journal of Chemical Education* 84(11) 1857-1860.

- EEES (2012). Espacio Europeo de Educación Superior. Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde <http://eees.universia.es/>
- Eilks, I.; Byers, W. (Eds.). (2009) *Innovative Methods of Teaching and Learning Chemistry in Higher Education* London: RSC Publishing.
- ELES (2010). Espacio Latinoamericano y del Caribe de Educación Superior. Elementos para la construcción del Espacio Latinoamericano y del Caribe de Educación Superior. Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde <http://www.oui-iohe.org/campus/eles/eles/>
- Flores Almazán, S., Delgado Herrera, T., Trejo, L.M. (2007). La evaluación-regulación en la resolución de problemas de termodinámica”. En Pinto Cañón, G. (ed), *Aprendizaje activo de las Física y la Química*, pp 433-437 Madrid: Equipo Sirius.
- Flores Almazán, S; Trejo, L.M. (2008). ¿Cómo construir la competencia de resolución de problemas en termodinámica clásica? En Jiménez Liso, M.R. (Ed.). *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en didáctica de las ciencias experimentales*, (pp 877-887). Almería: Universidad de Almería.
- FU UNAM (2010). Facultad de Medicina de la UNAM. Plan de estudios 2010 y programas académicos de la licenciatura de Médico Cirujano. México: UNAM. Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde <http://www.facmed.unam.mx/plan/PEFMUNAM.pdf>
- Glasser, L. (2004) Water, Water, Everywhere: Phase Diagrams of Ordinary Water Substance, *Journal of Chemical Education* 81(3), 414-418.
- Haak, D.C., HilleRisLambers, J., Pitre, E., Freeman, S. (2011). Increased structure and active learning reduce the achievement gap in introductory biology, *Science* 332(6034), 1213-1216.
- Hawkes, S.J. (1999). There Is No Perceptible Inflection at the Triple Point, *Journal of Chemical Education* 76(2), 226.
- IUPAC (2006). *Compendium of Chemical Terminology*. Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde <http://goldbook.iupac.org/S05479.html>
- Jorba, J., Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: Ed. MEC.
- Kim, E., Pak, S.J. (2002). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems, *American Journal of Physics*, 70 (7), pp 759-765.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Levine, I.N. (2009). *Physical Chemistry*. New York: McGraw-Hill.
- Lieu, V.T. (1996). A simple experiment for demonstration of phase diagram of carbon dioxide, *Journal of Chemical Education* 73(9), 837.
- Peckham, G.D., McNaught. I.J. (1993). Phase diagrams of one-compound systems: What most textbooks don't say, but should!, *Journal of Chemical Education* 70(7), 560-561.
- Pellegrino, J., Chudowsky, N., Glaser, R. (2001). *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*. N. R. C. Center for Education. Washington, DC: National Academy Press.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*, Madrid: Síntesis.

Sanmartí, N. (2007). *10 Ideas Clave: Evaluar Para Aprender*. Barcelona: Grao.

SEP (2007). Secretaría de Educación Pública Programa Sectorial de Educación (2007–2012). Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde http://www.sep.gob.mx/work/apps/site/prog_sec.pdf

Tellinghuisen, J. (2010). Vapor Pressure Plus: An Experiment for Studying Phase Equilibria in Water, with Observation of Supercooling, Spontaneous Freezing, and the Triple Point, *Journal of Chemical Education* 87(6), 619–622.

Tobón, S., Rial Sánchez, A., Carretero, M.A. y García, J.A. (2006). *Competencias, calidad y educación superior*, Bogotá: Alma Mater.

Trejo, L.M. & Flores Almazán, S. (2002-2003). ¿Como enseñar la Termodinámica para lograr su aprendizaje?. Algunos problemas y propuestas. *Anuario Latinoamericano de Educacion Química*, 16, 218-221.

UNESCO (1998). Declaración mundial sobre educación superior siglo XXI. Extraído el Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm

Vargas Leyva, M.R. (2008). *Diseño Curricular por Competencias*, México: ANFEI Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería.

APÉNDICE

Ejemplo de instrumentos de evaluación-regulación empleados

1) KPSI. Unidad 1. EQUILIBRIO FÍSICO (SISTEMAS IDEALES) [Equilibrio de fases en sistemas de un componente].

A. CONCEPTOS

Indica en la tercera columna el nivel de conocimiento posees en relación a cada uno de los conceptos siguientes según el código 1 = No lo sé, 2 = Sé alguna cosa, 3 = Lo sé bien, 4 = Sería capaz de explicarlo a algún compañero o compañera. Incluye en la cuarta columna un ejemplo que ilustre tu conocimiento.

#	Concepto	Nivel de conocimiento actual	Ejemplo
1	Fases y cambios de fase en sistemas de un componente		
2	Equilibrio entre fases en sistemas de un componente		
3	Presión de vapor en sistemas de un componente		
4	Efecto de la temperatura en la presión de vapor		
5	Efecto de la presión en la temperatura de fusión		
6	Diagramas de fases P vs T experimental en sistemas de un componente		
7	Diagramas potencial químico - vs -T		

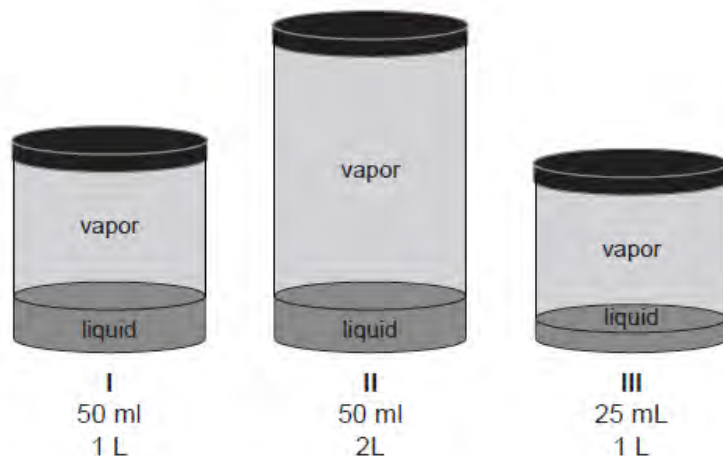
	en sistemas de un componente		
8	Ecuación de Clausius-Clapeyron		
9	Diagramas de fases P vs T teóricos en sistemas de un componente.		

B. HABILIDADES

Indicar en la tercera columna el nivel de pericia con que puedes realizar cada una de las actividades siguientes según el código: 1 = No puedo hacer nada, 2 = Puedo hacer alguna cosa, 3 = La puedo hacer bien, 4 = La puedo enseñar a un compañero o compañera. Incluye en la cuarta columna un ejemplo que ilustre tu nivel de pericia.

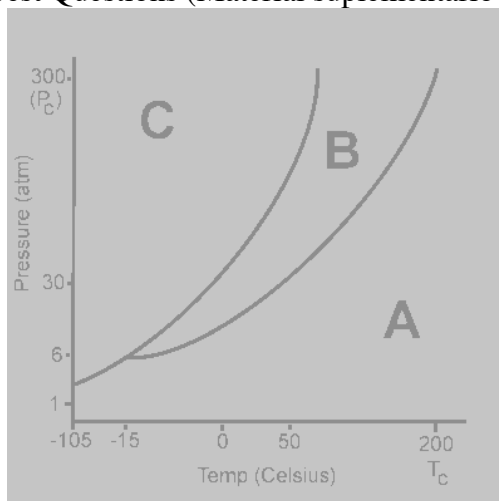
#	Habilidad	Nivel de pericia actual	Ejemplo
1	Enlistar las posibles fases y cambios de fase en sistemas de un componente		
2	Identificar una situación real de equilibrio entre fases		
3	Explicar fenómenos vía la presión de vapor en sistemas de un componente		
4	Describir el efecto de la temperatura en la presión de vapor		
5	Construir diagramas de fases P vs T en sistemas de un componente vía datos experimentales		
6	Explicar vía diagramas potencial químico vs T la estabilidad de fases en sistemas de un componente		
7	Resolver ejercicios y problemas de equilibrio de fases en sistemas de un componente vía la ecuación de Clausius-Clapeyron		
8	Construir diagramas de fases P vs T en sistemas de un componente vía la ecuación de Clausius-Clapeyron		

2) Pregunta conceptual (tomada de Canpolat et al, 2006)



Question 4. Please compare the vapor pressures of three systems (shown at left) at 25 °C. Explain your answer as carefully as you can.

3) Phase Achievement Test Questions (Material suplementario en Doymus, K. (2007))



Solid-Liquid (Module I)

Q1. At 30 atmospheres pressure, the melting point of this substance is:

- A) 200 °C B) -15 °C C) 0 °C D) -105 °C E) 50 °C

Q2. A phase change from Phase C to Phase B is known as:

- A) Condensation B) Vaporization C) Freezing D) Deposition E) Melting

Q3. Freezing (solidification) occurs by:

- A) Absorption of energy B) Release of energy

Q4. A phase change from Phase B to Phase C is known as:

- A) Vaporization B) Deposition C) Sublimation D) Melting E) Freezing

Solid-Gas (Module II)

Q5. If the temperature of the substance is held constant at -15 °C, the phase change that would occur with a pressure increase from 1 atmosphere to 30 atmospheres is:

- A) Vaporization B) Freezing C) Melting D) Deposition E) Condensation

Q6. A phase change from Phase C to Phase A is known as:

- A) Sublimation B) Melting C) Freezing D) Condensation E) Vaporization

Q7. A phase change from Phase A to Phase C is known as:

- A) Deposition B) Melting C) Vaporization D) Freezing E) Sublimation

Q8. Sublimation occurs by:

- A) Absorption of energy B) Release of energy

Liquid-Gas (Module III)

Q9. A phase change from Phase B to Phase A is known as:

- A) Vaporization B) Freezing C) Melting D) Deposition E) Sublimation

Q10. At 30 atmospheres pressure, the boiling point of this substance is:

- A) -15 °C B) 50 °C C) 200 °C D) -105 °C E) 0 °C

Q11. Condensation occurs by:

- A) Absorption of energy B) Release of energy

Q12. A phase change from Phase A to Phase B is known as:

- A) Vaporization B) Condensation C) Melting D) Freezing E) Deposition

Triple Point (Module IV)

Q13. The area of the graph that represents the gas phase is: A) C B) B C) A

Q14. The area of the graph that represents the solid phase is: A) B B) C C) A

Q15. The area of the graph that represents the liquid phase is: A) B B) C C) A

Q16. The triple point of this substance occurs at:

- A) -15 °C and 6 atmospheres B) 0 °C and 6 atmospheres
C) 200 °C and 300 atmospheres D) -15 °C and 1 atmospheres.

¿QUÉ DEBEMOS ENSEÑAR DE LA BIODIVERSIDAD EN 4ºESO?

Fuentes Silveira, M.J.* y García Barros, S**.

**IES Monte Castelo. **Departamento de pedagogía y didáctica. Universidade da Coruña. (mjfuen@edu.xunta.es)*

RESUMEN

En el currículo de 4ºESO el concepto de biodiversidad se encuentra presente en diferentes temas como la paleontología, la ecología, la genética y la evolución, por ello en su enseñanza sería necesario evitar un tratamiento atomizado. En este trabajo se definen y organizan las ideas clave que dirigen el diseño de una propuesta de enseñanza con 11 actividades cuyo eje vertebrador es la biodiversidad.

Palabras clave

Biodiversidad, secundaria, actividades, educación ambiental.

INTRODUCCIÓN

Habitualmente el término biodiversidad se asocia a la amplia variedad de seres vivos que habita la Tierra, que han resultado de un proceso de evolución a lo largo de miles de millones de años. Este término ha ido ampliando su complejidad, atendiendo en la actualidad a tres niveles: diversidad genética, de especies y de ecosistemas. Además, no podemos olvidar la gran diversidad que presentan los seres humanos que trasciende del ámbito biológico al implicarse el desarrollo y la evolución cultural.

En los últimos años, se está produciendo, una amenaza sin precedentes en la extinción de especies, lo que está agravando la crisis ambiental (Ros, 1995; Leakey y Lewin, 1997; Elredge, 2001). Este fenómeno ha estimulado la conciencia ciudadana, llegándose a reconocer que el estudio de esta problemática encierra un alto valor educativo y ha de tener una presencia en la escuela. En este sentido, la enseñanza debe atender a aspectos como, el significado de la biodiversidad, su papel dentro del ecosistema, su contextualización (Van Weelie, 2002). Además debe profundizar en las causas de la pérdida de la biodiversidad derivado de las actividades humanas y en los fundamentos socioeconómicos y políticos que las sustentan (García Gómez, J. y Martínez Bernat, F.J, 2010; Carew y Mitchell, 2006).

MARCO TEÓRICO

En la enseñanza de las ciencias el concepto de biodiversidad encierra especial relevancia, pues, es un concepto inclusivo que se relaciona con diferentes campos como la taxonomía, la genética, la evolución, la ecología y el ámbito social. Por ello, la enseñanza debe insistir en el establecimiento de relaciones, evitando un tratamiento atomizado del concepto.

En este sentido, el currículo oficial incluye esta problemática en las diferentes materias correspondiente al área de ciencias naturales en la Educación Secundaria Obligatoria, contemplando, implícita o explícitamente, los citados niveles de diversidad biológica y la diversidad cultural. Además se incluye ligeramente en el último currículum (2007)

(Fuentes Silveira et al, 2008), así como en los libros de texto de mayor implantación (Fuentes Silveira et al, 2011).

Todo ello sugiere que el estudio de la biodiversidad es relevante aunque complejo, y como ocurre con otros temas, es necesario abordarlos desde problemáticas concretas y conocidas para el alumnado, para pasar a través del análisis y la reflexión a otras visiones más complejas y abstractas (Sanmartí, 2002). Además el aprendizaje de los contenidos científicos demanda el uso de actividades que permitan a los estudiantes construir o “reconstruir” el mundo a través de observarlo, interpretarlo, comprenderlo y transformarlo (Quintanilla et al, 2008)

La selección de los contenidos científicos para la educación obligatoria, debe tomar como referente la ciencia escolar (Sanmartí, 2002) que debería considerar no solo la descripción de la realidad, sino también la introducción de un marco teórico explicativo, asequible a las capacidades del alumnado. Concretamente, en el ámbito descriptivo la biodiversidad puede atender al estudio de la diversidad de especies en el medio con: la identificación tanto de relaciones tróficas más complejas como de la mayor capacidad amortiguadora en los medios más biodiversos; las variaciones de la diversidad en la sucesión ecológica y a lo largo de la historia; el reconocimiento de los ecosistemas más biodiversos y del beneficio de la diversidad genética así como la importancia del tamaño de la población para ésta última. Además en relación con la población humana, sería importante distinguir la relación entre la diversidad genética y la cultural, sin olvidar, la influencia de las sociedades humanas en la biodiversidad, no solo con la creación del ecosistema urbano, paisajes o especies (variedades) por selección artificial (biotecnología tradicional y moderna), sino también con su destrucción tanto a nivel local, regional y/o global. En este sentido sería necesario introducir medidas para disminuir la destrucción de especies.

Por otra parte el ámbito explicativo podría dar respuesta a ¿cómo podemos explicar que la diversidad aumente?; ¿Por qué los ecosistemas más biodiversos resultan generalmente más resistentes? ¿Por qué es importante la diversidad genética en una población y la relación con su tamaño? ¿Por qué no existen razas humanas? ¿Cómo podemos interpretar las causas y las consecuencias de las acciones humanas en la biodiversidad? y ¿las medidas para reducir la reducción de la biodiversidad?

Lo indicado demanda una concepción compleja del medio que debe entenderse como un sistema de sistemas en el que el ser humano coevoluciona como una especie más, de tal forma que existe una complementariedad entre lo natural y lo social (García, 2004).

OBJETIVOS

Este trabajo se enmarca en otro más amplio dirigido a desarrollar y evaluar una propuesta de enseñanza encaminada a estudiar la biodiversidad en la naturaleza en 4º curso de ESO. Concretamente, tomando como referente el marco teórico presentado, se definen y organizan las ideas clave que deberían tratarse en la ciencia escolar y que dirigen el diseño de las actividades.

LA BIODIVERSIDAD EN LOS CONTENIDOS ESCOLARES

Basándonos en el marco teórico se han definido las ideas clave (tablas 1 y 2), en relación a la biodiversidad. Éstas se organizan atendiendo a los niveles biológicos (especies, ecosistemas y genes), vinculándose siempre con las sociedades humanas. En cada uno de estos niveles se emplean dos subniveles de complejidad creciente: el descriptivo y el explicativo.

Tabla 1: ideas clave en relación a la diversidad de especies y ecosistemas

		Ideas clave		
1. La biodiversidad incluye los siguientes aspectos		Diversidad de especies		
		Diversidad de ecosistemas		
		Diversidad genética		
		Diversidad cultural		
La diversidad de especies en el ecosistema y la diversidad de ecosistemas	Ámbito descriptivo	2. En los ecosistemas más biodiversos se aprecian más relaciones tróficas.		
		3. La diversidad aumenta a lo largo de la sucesión.		
		4. Los ecosistemas más diversos suelen ser más resistentes frente a los cambios.		
		5. En el planeta existen variedad de ecosistemas, con condiciones ambientales diferentes, en los que viven diversas poblaciones de especies.		
		6. La Península Ibérica es uno de las regiones con mayor biodiversidad de Europa		
		7. La mayor diversidad se concentra en las zonas cálidas del planeta, es decir, en los trópicos, en la selva y en los bosques lluviosos.		
		8. La biodiversidad ha cambiado a lo largo de la historia y se produjeron pequeños cambios y también grandes cambios (extinciones masivas).		
		2. La existencia de mayores relaciones tróficas en los ambientes más biodiversos se explica porque existe un incremento de recursos nutritivos diferentes.		
	Ámbito explicativo	3. La diversidad aumenta a lo largo de la sucesión especialmente porque las especies cambian las condiciones del medio lo que favorece nuevas colonizaciones.		
		4. Los ecosistemas más biodiversos son más resistentes al cambio principalmente porque poseen mayor interacción trófica.		
		5. La existencia de diversidad de ecosistemas extendida por toda la Tierra se explica porque en ellos existen organismos capaces de sobrevivir en las diferentes condiciones (los organismos están adaptados).		
		6. La heterogeneidad geográfica, climática y geológica de la Península Ibérica explica la existencia de su gran diversidad de ecosistemas y por lo tanto de especies.		
		7*. Las condiciones de estabilidad a lo largo de miles-millones de años justifican la gran biodiversidad de las zonas cálidas del planeta.		
		8. La biodiversidad ha cambiado a lo largo de la historia debido a cambios climáticos (variaciones en el nivel del mar, inclinación del eje de la Tierra), geológicos (impacto meteoritos, deriva de los continentes)		
Las sociedades humanas y la diversidad de especies y de ecosistemas		Ámbito descriptivo	9. Las sociedades humanas influyen en la destrucción de especies mediante distintas acciones.	
			A nivel local y/o regional (destrucción de hábitats, introducción de especies, sobreexplotación)	
	A nivel global: el calentamiento global implica cambio climático del que se deduce consecuencias futuras (sexta extinción)			
	Ámbito explicativo	10. Las sociedades humanas promueven medidas para disminuir la destrucción de especies		
		11.-Las sociedades crean nuevos paisajes (terrazas...) y ecosistemas (urbano) que influyen en la biodiversidad		
		9. La destrucción de especies por parte de las sociedades humanas se explica:		
Empleando el conocimiento ecológico aplicado a las consecuencias ecológicas de las acciones humanas tanto a nivel local como global.				
Empleando justificaciones socioeconómicas (expansión demográfica, consumo...) tanto a nivel local como global.				
10. Las medidas para disminuir la destrucción de especies propuestas por las sociedades humanas se explican:				
Empleando el conocimiento ecológico (beneficios ecológicos de la biodiversidad)				
Empleando justificaciones socioeconómicas (expansión demográfica, consumo...)				
11. La creación de nuevos paisajes y ecosistemas (urbano) que influyen en la biodiversidad se explican:				
Empleando el conocimiento ecológico (consecuencias ecológicas de las acciones humanas)				
Empleando justificaciones socioeconómicas (expansión demográfica, consumo...)				

Nota: *Por su complejidad conceptual no se desarrollará en nuestra propuesta didáctica

Tabla 2: ideas clave en relación a la diversidad genética

Ideas clave			
La diversidad genética	Ámbito descriptivo.	12. Los individuos de una población son diferentes fenotípica y/o genotípicamente	
		13. Las poblaciones grandes suelen ser más diversas fenotípica y genotípicamente que las poblaciones pequeñas.	
		14. Las poblaciones más diversas tienen más posibilidades de sobrevivir frente a los cambios.	
	Ámbito explicativo	12. La diversidad de individuos en la población se explica mediante la:	Reproducción sexual: por la unión de los gametos al azar. La meiosis por la recombinación genética La mutación al azar que son beneficiosas
		13. Las poblaciones con mayor número de individuos tienen mayor variabilidad genética porque tienen más posibilidades de mutación y de intercambio genético.	
14. Las poblaciones diversas se mantienen más fácilmente frente a los cambios porque permite que existan en ellas individuos con características “ventajosas” frente a los cambios.			
La diversidad genética y las sociedades humanas	Ámbito descriptivo	15. La población humana es diversa	
		16. Las sociedades humanas influyen en la variabilidad mediante:	la selección tradicional de determinadas características: diversidad agrícola domesticada o cultivada (biotecnología tradicional) La selección genética con los productos transgénicos (biotecnología moderna)
	Ámbito explicativo	15. La diversidad humana se explica mediante:	las variaciones genéticas y/o ambientales Sobre todo por las diferencias culturales ya que genéticamente somos bastante uniformes.
		16. La influencia de la selección artificial en la biodiversidad se explica:	Empleando el conocimiento ecológico (las consecuencias ecológicas de los productos transgénicos y/o selección tradicional)
			Empleando justificaciones socioeconómicas (expansión demográfica, consumo...)

Estas ideas clave aquí presentadas fundamentan y dirigen las 11 actividades que se han elaborado y desarrollado en la materia de Biología-Geología de 4ºESO durante el año académico 2009-2010. Nuestra propuesta se integró en el marco de la ecología una vez trabajadas las unidades correspondientes a la geología y a la genética. En nuestro planteamiento hemos utilizado la biodiversidad como eje vertebrador que permite profundizar en aspectos ya tratados en temas precedentes (paleontología, meiosis, ecosistema...) y estudiar otros nuevos como por ejemplo: la modificación del ambiente por los diferentes organismos, la importancia de la diversidad genética como motor de la evolución, la interacción de las sociedades humanas con el medio, etc. Por último, cabe señalar que todas las actividades diseñadas tienen como finalidad la consecución de las competencias básicas, en especial, la competencia científica.

En la tabla 3 se presenta, a modo de ejemplo, una actividad que es la sexta en el diseño de nuestra propuesta de enseñanza y se realiza después de una actividad de iniciación, estudio de la diversidad de ecosistemas (ideas clave 5, 6, y 7) y otras dos relacionadas con la función de la biodiversidad en el ecosistema (ideas clave nº 2, 3 y 4) (Ver Tabla 1). El contexto de estas primeras actividades siempre es próximo al alumnado.

La actividad que presentamos se contextualiza en un ecosistema más lejano, aunque muy bien estudiado. En ella se trabajan los contenidos incluidos en la idea clave nº 9 (tabla 1) a nivel descriptivo y explicativo aunque no en su totalidad ya que otras actividades de nuestra propuesta la completan. En ella se analiza el grado de influencia de las acciones humanas en el medio y se explica atendiendo a sus consecuencias ecológicas.

Además esta actividad hace referencia a la idea clave nº10 (tabla 1) a nivel descriptivo permitiendo al alumnado reflexionar y tomar postura respecto a la influencia del ser humano en el medio mediante la adopción de medidas que disminuyan la destrucción de la biodiversidad en los ecosistemas.

Tabla 3. Actividad: ¿Las acciones de las sociedades humanas tienen influencia en la variabilidad de los ecosistemas?

Estamos viviendo un período extraordinario pues estamos rodeados por más especies que tal vez hayan existido jamás en ninguna época de la historia de la Tierra. Pero parece hacerse cada vez más evidente que una de las especies, la nuestra, ha desarrollado la singular habilidad de poder alterar su entorno de tal forma que es capaz de destruir especies e incluso entornos enteros. En las próximas actividades vamos a analizar cómo determinadas acciones humanas influyen en la diversidad de un ecosistema. Para ello nos trasladamos a un ecosistema acuático bien conocido (los fondos rocosos de California), que ha sufrido importantes alteraciones.

Las características de la comunidad que habitan en esas aguas y sus interacciones se recogen en el siguiente esquema:



- a) Hace unos años se ha producido una pesca masiva de nutrias en esta zona ¿Qué poblaciones se verían afectadas? Justifica tu respuesta. Escríbelas ayudándote de la siguiente tabla.

Población	Le afecta	No le afecta	JUSTIFICACIÓN
Erizos			
Algas (kelp)			
Cangrejos			
almejas			
peces			

A continuación vas a visionar (3,26 minutos) un vídeo que describe lo ocurrido en el ecosistema al pescar masivamente la nutria. Seguramente te aportará datos que no habías tenido en cuenta. Con esos nuevos datos corrige nuevamente la tabla. Indica claramente los cambios y justificalos. (Se repite la tabla anterior)

- b) ¿Qué medidas consideras que se deberían tomar en este caso?
- c) Compara los resultados de las dos tablas y escribe en que han cambiado tus ideas en relación a:
- Las poblaciones que se ven afectadas ¿las has enumerado a todas? Explica las causas.
 - Las poblaciones que no se ven afectadas ¿las has enumerado a todas? Explica las causas.

- d) Analicemos ahora otra situación: en vez de la caza masiva de nutrias, se produce una pesca excesiva de cangrejos ¿Qué consecuencias tendría en el medio? Para responder a la pregunta vuelve a utilizar la tabla:

Población	Le afecta	No le afecta	JUSTIFICACIÓN
Erizos			
Algas (kelp)			
almejas			
peces			

- e) En conclusión, ¿cuál de las dos acciones que ejerce la sociedad humana tiene mayor influencia en el medio?
- f) ¿Tiene la misma importancia la desaparición o disminución drástica de la población de nutrias que la de cangrejos? ¿por qué?
- g) ¿Consideras que se deberían tomar las mismas medidas para reducir el impacto ambiental en ambos casos?

BIBLIOGRAFÍA

Carew, A. y Mitchell, C. (2006). Metaphors used by engineering academics in Australia for understanding and explaining sustainability. *Environmental Education Research*, 12 (2), 217-231

Elredge, N. (2001). *La vida en la cuerda floja. La humanidad y la crisis de la biodiversidad*. Barcelona: Tusquets.

Fuentes Silveira, M. J.; García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2011). The various description of biodiversity in Compulsory education textbooks. *Journal of Life Sciences*, 10 (5), 856-862.

Fuentes, M. J., García, S., y Martínez, C. (2008). La presencia de la diversidad en los currículos oficiales. Un estudio comparativo. *XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1176-1186). Almería: Universidad de Almería.

García Gómez, J. y Martínez Bernat, F.J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de la Ciencias*, 28 (2), 175-184.

García, J. E. (2004). Los contenidos de la Educación Ambiental. Una reflexión desde la perspectiva de la complejidad. *Investigación en la escuela*, 53, 31-51.

Leakey, R y Lewin, R. (1997). *La sexta extinción. El futuro de la vida y de la humanidad*. Barcelona: Tusquets.

Quintanilla, M., Rodríguez, E., Romero M. (2008). Las tecnociencias en un mundo globalizado. Algunas reflexiones para un debate sobre las finalidades ciudadanas de la ciencia en la formación docente y el aprendizaje. *XIV Congreso Nacional y III Iberoamericano de Pedagogía. Educación, ciudadanía y convivencia. Diversidad y sentido social de la educación*. Zaragoza.

Ros, J. D. (1995). *La extinción de especies animales y vegetales*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, Fundación Universidad-empresa.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.

Van Weelie, D. (2002). Making biodiversity meaningful though environmental education. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1143-1156.

Horto de Amato Lusitano – Um espaço de educação não formal na formação em ciências de professores para o ensino básico

Jorge, F.R., Paixão, F.

*Escola Superior de Educação. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Portugal
& Centro de Investigação Didática e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores (CIDTFF). Universidade de Aveiro. Portugal*

frjorge@ipcb.pt

RESUMO

Amato Lusitano, célebre médico e homem de ciência, é uma figura incontornável do renascimento europeu, nascida em Castelo Branco em 1511. No espaço envolvente da Escola Superior de Educação foi criado em 1998 um Horto no âmbito de um Projeto Ciência Viva com vista a homenagear a sua vida, obra e espírito científico e dá-lo a conhecer à comunidade. Nele se podiam encontrar algumas das plantas que usava nas curas. Tendo decaído rapidamente o seu uso como espaço educativo aproveitou-se a comemoração dos 500 anos do nascimento de Amato Lusitano para a sua renovação transformando-o num espaço de educação não formal com potencialidades para o desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem, tanto para futuros professores como para crianças das escolas da cidade e para investigação da relação entre espaços de educação formal e não formal.

Apresenta-se o atual projeto de renovação do espaço salientando o seu relevo educativo na formação em ciências de professores para o ensino básico.

Palavras-chave

Formação de Professores; Didática das Ciências; Educação Não Formal; Horto de Amato Lusitano; Projeto de Inovação

INTRODUÇÃO

A educação de todos os cidadãos deve, para enfrentar os desafios, considerar uma cultura que inclua os domínios da Ciência, Tecnologia e Ambiente (CTA) que lhes permita serem responsáveis, ativos e socialmente implicados na tomada de decisões que as democracias reais exigem. Deste modo, há uma dupla responsabilidade dos cidadãos e das organizações educativas na aquisição e na promoção da cultura científica.

A cidade de Castelo Branco e região envolvente são muito ricas em património científico, natural e cultural, com elevado potencial educativo, material e humano, que importa conhecer, com vista a preservar e a explorar (Paixão, 2006).

Desde logo, se impõe “trazer à flor da memória a vida e o percurso científico de um homem que cultivou a ciência” (Salvado, 2006, p. 149), como foi Amato Lusitano que nasceu em Castelo Branco em 1511 e que, entre outras obras, deixou as sete Centúrias de Curas Médicas. Foi com esse espírito que, em 1998, no âmbito do Programa Ciência

Viva¹, se criou e desenvolveu o Horto de Amato Lusitano que veio proporcionar à Escola Superior de Educação de Castelo Branco um espaço de educação não formal integrado na sua área envolvente. No âmbito deste projeto se conceberam e implementaram, na altura, diversas atividades de aprendizagem para os estudantes dos Cursos de Formação Inicial de Educadores e Professores e para crianças dos Jardins de Infância e do Ensino Básico (Salvado e Cardoso, 2004). Contudo, este espaço acabaria por ser votado ao abandono, tendo decaído o seu uso como espaço educativo. O facto de em 2011 se comemorarem os 500 anos do nascimento do notável albacastrense fez surgir a ideia de renovação do Horto de Amato Lusitano.

Já há alguns anos que vínhamos desenvolvendo investigação no âmbito da História da Ciência, como domínio científico, nomeadamente sobre a obra de Amato Lusitano (Paixão, Jorge e Flórido, 2005; Paixão, 2007) e também da História da Ciência como recurso didático relevante na formação de professores (Paixão, 1998; Jorge, 2005). Daí nasceu o interesse da renovação do espaço e se organizou um Projeto para um novo rumo na sua dinamização.

Acresce o facto de haver cada vez mais investigação que evidencia o valor dos espaços não formais e da relação destes com o ensino formal (Chagas, 1993; Caldeira, 2006; Guisasola & Moretin, 2005, 2007; Paixão, Jorge, Silveira & Balau, 2008; Domínguez-Sales & Guisasola, 2010).

Além de querermos devolver o espaço à cidade, pretende-se, principalmente, potenciá-lo como local para a realização de investigação sobre a relação entre espaços de educação formal e não formal, conduzidas no âmbito de Cursos de Mestrado de formação de professores para o ensino básico.

SOBRE O ESPAÇO

Horto é uma pequena horta ou um jardim onde se cultivam, por exemplo, espécies ornamentais, medicinais ou para fins experimentais. O Horto de Amato Lusitano ocupa uma área de cerca de 1300 m² no espaço exterior envolvente dos edifícios da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco, situando-se no centro da cidade.

É constituído por três zonas contíguas mas distintas pelo tipo de cultura: arbóreas e arbustivas, hortícolas e aromáticas. Cada um destes três diferentes locais está assinalado com uma placa de identificação (Fig. 1). Há ainda um espaço amplo, de caminhos largos, com pavimento em quadrados de cimento, que permite a realização de diversas atividades, como jogos.



Figura 1. No lado esquerdo identifica-se a zona das plantas aromáticas

A título de exemplo, algumas das plantas da zona das aromáticas são: funcho (*Foeniculum vulgare*), salva (*Salvia officinalis*), alfazema (*Lavandula angustifolia*), violetas (*Viola odorata*), hortelã-pimenta (*Mentha piperita*). Cultivam-se, na zona das hortícolas: alfaces (*Lactuca sativa*), favas (*Vicia faba*), lentilhas (*Lens culinaris*). Nesta zona e na das arbóreas e arbustivas, existem algumas árvores e arbustos referidos nas curas de Amato Lusitano como: laranjeira (*Citrus sinensis*), limoeiro (*Citrus limonium*), romãzeira (*Punica granatum*), medronheiro (*Arbutus unedo*). Há ainda uma zona onde cresce vegetação espontânea, pois parte das plantas então usadas tinham essa proveniência; por exemplo, a malva (*Malva silvestris*) é muito frequente na região.

O HORTO DE AMATO LUSITANO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Objetivos do Projeto de Inovação

De modo a tornar o Horto de Amato Lusitano num espaço com potencialidades para a formação em ciências de professores estabelecemos, para a sua dinamização, no Projeto, objetivos que contemplam três dimensões articuladas (e consideramos que estão em aberto pois outras potencialidades podem vir a ser integradas e exploradas):

1. Ao nível da divulgação científica:

- Aproximar da escola e da comunidade os lugares potencialmente educativos da região.
- Perspetivar a figura de Amato Lusitano na dimensão sócio-cultural do seu tempo.
- Evidenciar a importância da História da Ciência para a compreensão do mundo atual.
- Identificar algumas das plantas utilizadas por Amato Lusitano, valorizando o seu uso na medicina, na cosmética e na culinária.

2. Ao nível do ensino-aprendizagem:

- Aplicar conhecimentos curriculares em contextos da realidade física e social.
- Relacionar os saberes, numa perspetiva inter e transdisciplinar.
- Realizar atividades práticas e experimentais baseadas na obra de Amato Lusitano.
- Explorar algumas das espécies vegetais existentes no Horto.
- Relacionar características das plantas com as condições do solo e do clima.

3. Ao nível da investigação

- Estabelecer relações entre conteúdos da escola (educação formal) e a realidade física e social.
- Conceber, implementar e avaliar recursos didáticos em contextos não formais.
- Evidenciar o impacto do recurso a espaços de educação não formal para a promoção de abordagens de ensino-aprendizagem interdisciplinares.

Âmbito, problemática e objetivos de investigação dos futuros professores

A principal forma de explorar o Horto na formação dos professores consiste em proporcionar aos estudantes que se interessem por aprofundar a problemática da valorização das relações entre o ensino formal e não formal, a possibilidade de desenvolverem o seu trabalho de iniciação à investigaçãoⁱⁱ em ligação entre a escola

onde fazem estágio orientado e o Horto que se situa na Escola Superior de Educação, onde fazem o seu curso. Ou seja, pretendemos que, na sua formação, os futuros professores para o ensino básico tenham oportunidade de compreender as potencialidades de espaços não formais no sentido de valorizar o contributo da inter-relação entre as aprendizagens aí realizadas e as realizadas em espaços formais.

A problemática geral das investigações desenvolvidas em articulação entre a escola e os ambientes não formais de educação (neste caso, o Horto) centra-se na necessidade de os futuros professores adquirirem um conhecimento mais aprofundado das possíveis interações entre as duas realidades que, cada vez mais, se entrecruzam, e o possível contributo dos segundos como impulsionadores de aprendizagens mais significativas no âmbito curricular.

As investigações de futuros professores atualmente em decurso no Horto desenvolvem-se em torno de duas grandes questões: (i) Em que medida as aprendizagens realizadas em contexto não formal promovem aprendizagens de ciências, de âmbito curricular, significativas, nos alunos do ensino básico? (ii) De que modo se estabelece, a nível didático, a relação entre os contextos formais e não formais?

O objetivo mais geral é, assim, o de contribuir para fazer progredir, em termos profissionais, os futuros professores do ensino básico.

Alguns objetivos das investigações em curso apontam para: (i) Evidenciar o valor dos ambientes não formais para a aprendizagem de conceitos, capacidades e atitudes (ii) Estabelecer a ligação entre um ambiente escolar e um ambiente não formal de aprendizagem; (iii) Conceber atividades e recursos de ensino e aprendizagem que, explícita e intencionalmente, realcem o valor dos espaços não formais para atingir os objetivos do ensino básico (iv) Implementar na escola e no Horto, articuladamente, as atividades concebidas; (v) Analisar o contributo das atividades realizadas em articulação entre os ambientes formais e não formais para as aprendizagens dos alunos do ensino básico.

Metodologia geral de investigação nos Projetos de Investigação

As investigações desenvolvidas pelos futuros professores na inter-relação entre a sala de aula e o Horto de Amato Lusitano enquadram-se na Prática Supervisionada do 1º Ciclo do Ensino Básico (com alunos de 6-10 anos). Quando os estudantes iniciam esta Prática já frequentaram unidades curriculares de Didática das diferentes áreas disciplinares e uma unidade curricular de Didática Integrada. Esta Prática desenrola-se durante um semestre letivo numa escola de ensino básico com um orientador e é supervisionada por um professor da Escola de Formação de Professores. Nesse âmbito se desenvolve um trabalho de investigação em articulação com a prática. Nasce, portanto, da interação entre a didática e a prática pedagógica, fundamentada na ideia de que a primeira tenha lançado bases impulsionadoras de inovação técnico-didactológica que permitam aos futuros professores desenharem projetos de investigação estreitamente ligados à sua ação pedagógica.

Tendo por base o ambiente formativo no qual se desenvolvem os projetos de investigação e a problemática geral que os envolvem, torna-se explícito que está em estudo a compreensão e exploração de situações que se desenrolam na ação educativa pretendendo a sua descrição e interpretação. Identificam-se, assim, investigações de natureza qualitativa que pretendem contribuir para um incremento da compreensão e da consequente melhoria dessa ação. Trata-se, portanto, de aplicar metodologias que se

enquadram num processo de investigação-ação. Segundo Zuber-Skerritt (1996), tal assunção, envolve vários passos: (i) planeamento estratégico; (ii) ação, isto é, implementação do plano; (iii) Observação, avaliação e autoavaliação; (iv) reflexão crítica sobre os resultados dos pontos anteriores e tomada de decisões para um próximo ciclo de investigação-ação. Os futuros professores desenvolvem um ciclo de investigação-ação que se pretende venha a ser seguido de novos ciclos, quando se tornarem profissionais.

As investigações desenvolvidas pelos futuros professores implicam o desenho de planos de ação didática que envolvem o planeamento de atividades e a construção de recursos didáticos, a que se segue a aplicação e avaliação no terreno educativo.

Os futuros profissionais tomam consciência de que a finalidade da generalização das conclusões não é o objetivo do seu estudo mas sim um conhecimento mais profundo dos casos que são as situações concretas, planeadas e implementadas, e o que de relevante se pode transportar para novas e ajustadas situações que, porventura, envolvendo aspetos semelhantes, necessitam de ajustamentos contextuais.

Como referem Bogdan e Biklen (1994) as várias etapas de um estudo de investigação-ação deverão ser constantemente monitorizadas por instrumentos diversos. Nas investigações desenvolvidas, os projetos dos futuros professores privilegiam, para a recolha de dados, elementos como os seguintes: Observação participante; Registos escritos dos alunos; Gravação áudio da participação dos alunos; Questionários e elementos de avaliação (aos alunos); Notas de campo (em todas as situações em que seja pertinente registar episódios que o não são de outra forma mais estruturada); Registos fotográficos; Diários (reflexão sobre a prática); Entrevista semiestruturada ao professor orientador de estágio (por ser o professor titular da turma dos alunos implicados e por ter uma grande experiência no ensino básico).

Sobre os Planos de Ação Didática

Os futuros professores têm vindo a formular objetivos de aprendizagem diversificados que apontam para o relevo que atribuem às atividades que os seus alunos podem desenvolver no Horto Amato Lusitano em articulação com a sala de aula. São exemplos: Fomentar a consciência ecológica e contribuir para a formação de cidadãos responsáveis; Valorizar o contacto com a natureza; Estimular a curiosidade pelos fenómenos da natureza; Semear e plantar espécies vegetais; Observar e investigar o desenvolvimento de plantas; Conhecer, através de sementeiras, o processo de germinação; Desenvolver capacidades associadas ao trabalho experimental; Resolver problemas.

Os planos de ação didática incluem as atividades preparatórias das visitas (o antes, na sala de aula), as atividades a realizar durante a visita (no espaço de educação não formal) e as atividades a desenvolver depois da visita (de novo, na sala de aula).

Particularmente no que respeita a atividades concebidas pelos futuros professores e a desenvolver no Horto, estas têm sido muito diversificadas e implicam os pequenos alunos em sementeiras e plantações (Fig. 2 e 3); em descrições morfológicas de plantas e partes das plantas; em jogos e na resolução de problemas (conceptual e ou manipulativa) cujos contextos remetam para situações sociais e recreativas do tempo de Amato Lusitano (Fig. 4 e 5); na medição de massas, volumes e comprimentos usando antigas unidades de medida; na preparação de xaropes, decoctos ou infusões a partir de descrições das curas do médico renascentista...



Figuras 2 e 3. Os alunos participam na plantação de ervas aromáticas



Figuras 4 e 5. Resolução manipulativa e conceptual de um problema

CONCLUSÃO

Ao longo destes dois Cursos consecutivos temos vindo a orientar Projetos de investigação de futuros professores centrados em metodologia de Investigação-Ação e desenvolvidos em diferentes espaços de educação não formal da cidade de Castelo Branco. Neste momento, já foram implementados dois planos de ação didática que incluíram atividades muito diversificadas no Horto de Amato Lusitano.

Os pequenos alunos participantes explicitaram, inequivocamente, o seu entusiasmo com as atividades propostas e evidenciaram aprendizagens mais significativas.

Do mesmo modo, os professores titulares das turmas e orientadores de estágio das futuras professoras referiram o interesse dos planos de ação concebidos e desenvolvidos pelas estagiárias e o valor educativo, tanto na perspetiva transversal como para a aprendizagem das ciências, das atividades propostas antes, durante a após a visita, com um entusiasmo declarado relativamente às tarefas no Horto Amato Lusitano.

Se no início as futuras professoras estavam apreensivas com o desafio, embora entusiasmadas, com o decorrer da investigação, progressivamente se foram envolvendo cada vez mais, reconhecendo o valor da educação na inter-relação dos espaços formais e não formais. Estão na fase terminal da elaboração dos seus Relatórios com vista à conclusão do Curso de Mestrado que as habilitará profissionalmente como professoras do Ensino Básico.

A renovação do Horto de Amato Lusitano perfila-se, deste modo, na Escola Superior de Educação de Castelo Branco, pela via da investigação aplicada, como ponto de viragem

para o aprofundamento teórico e para a inclusão prática da perspectiva da educação em espaços não formais, na formação de professores.

BIBLIOGRAFIA

Bogdan, R.C. & Biklen, S.K. (1994). *Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Caldeira, H. (2006). Promover a aprendizagem em Museus e Centros de Ciência. *Educare/Educere*, 18, 73-92.

Cardoso, M. L. (2006). O Horto de Amato Lusitano na área envolvente da Escola Superior de Educação de Castelo Branco. In M. F. Paixão (coord.) *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania*, (pp.169-188). Coimbra: Alma Azul.

Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências: relações entre museus de ciência e escolas. *Revista de Educação*, 3(1), 51-59.

Domínguez-Sales, C. & Guisasola, J. (2010). Diseño de visitas guiadas para manipular y pensar sobre la ciencia del mundo clásico grecolatino. El taller “Logos et Physis” de Sagunto. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(2), pp. 473-491. Acedido em 22/01/2011, em www.apac-eureka.org/revista/

Guisasola, J. & Morentin, M. (2005). Museos de Ciencias y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja. *Alambique-Monográfico Aprendizaje Informal de la Ciencia*, 43, 58-66.

Guisasola, J. & Morentin, M. (2007). Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), pp. 401-414.

Jorge, F. R. (2008). *Formação Inicial de Professores do Ensino Básico: Um percurso centrado na história da matemática*. Tese de Doutoramento não-publicada. Universidade de Aveiro, Aveiro.

Paixão, F. (1998). *Da Construção do Conhecimento Didático na Formação de Professores de Ciências. Conservação da Massa nas Reações Químicas: um estudo de índole epistemológica*. Tese de Doutoramento não-publicada. Universidade de Aveiro, Aveiro.

Paixão, F. (2006). *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania – Encontros em Castelo Branco*. Coimbra: Alma Azul.

Paixão, F. (2007). Chemistry around Medicine and Pharmacy in the work of Amatus Lusitanus in the XVI century. In: *The 6th International Conference on the History of Chemistry: Neighbours and territories. The evolving identity of Chemistry*. Leuven, Belgica: Catholic University.

Paixão, M. F., Jorge, F.R. & Florido, A. I. (2005). Pesos e Medidas na obra de Amato Lusitano: dos saberes e certezas da Época. *Cadernos de Cultura-Medicina na Beira Interior*, 19, 19-28.

Paixão, M. F.; Jorge, F. R., Silveira, P. & Balau, S. (2008). Contributos de ambientes não formais para o envolvimento activo na resolução de problemas. In: *Actas do ProfMat 2008 (CD-ROM)*. Elvas: APM.

Salvado, M.A. (2006). Memórias Científicas de Castelo Branco: Amato Lusitano. In M. F. Paixão (coord.) *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania*, (pp. 149-168). Coimbra: Alma Azul.

Salvado, M.A. e Cardoso, L. (2004). *O Horto de Amato Lusitano – Uma ponte para a Cultura, Educação e Cidadania*. Castelo Branco: Samedo.

Zuber-Skerritt, O. (1996). *New Directions in Action Research*. London: Falmer.

Notas

ⁱ Projeto no âmbito do Programa Ciência Viva da Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, Ministério da Ciência e da Tecnologia, Portugal.

ⁱⁱ Em Portugal a habilitação académica que confere habilitação profissional para a docência dos professores de ensino básico (6-12 anos) é obtida com o Mestrado, pelo que termina com um trabalho de iniciação à investigação incluído na Prática Pedagógica (Relatório de Estágio).

Una mirada al Medio Natural, Social y Cultural a través de las Redes Sociales

Lorca-Marín, A.A., Vázquez-Bernal, B., Wamba Aguado, A.M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Universidad de Huelva

antonio.lorca@ddcc.uhu.es

RESUMEN

En este trabajo se describe una experiencia llevada a cabo con alumnos del grado de maestro de educación primaria en la asignatura de *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*, donde el uso de las redes sociales se ponen al servicio del alumnado no sólo como instrumento de comunicación, si no también para facilitar la construcción de conocimiento.

En este sentido, las salidas del aula y en concreto actividades como El Descubridor de lo Insólito que proponemos a través de las Redes Sociales, pretende promover un cambio en la manera de hacer, donde el alumnado adquiere una papel activo, mayor implicación en el proceso de E/A, se fomenta el aprendizaje autónomo, tiene mayor protagonismo e integración de las TICs en el entorno educativo, dan sentido a metodologías docentes adecuadas al nuevo espacio educativo (EEES).

Palabras claves: Web2.0, Redes Sociales, Formación inicial del profesorado

INTRODUCCION

La creación del EEES, lleva aparejado una multitud de cambios diversos y profundos y con ellos se ha avanzado en los diseños por competencias, promoviendo cambios metodológicos (Cano, 2008), cambios que afectan, a los recursos, a los instrumentos, en definitiva al modelo metodológico en general. Está implícita, en la función docente, la de dar a conocer experiencias que se entiendan como *buenas prácticas* que fomente el uso correcto de las mismas en el aula y así se contempla dentro de los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales

LAS REDES SOCIALES: HACIA UN MODELO DE INTERACCIÓN EN EL MEDIO EDUCATIVO

En los últimos años ha surgido un fenómeno denominado web2.0, 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 utilidad en el aula (Lorca-Marín et al, 2010).

Entre la comunidad educativa, se están desarrollando una serie de trabajos dedicados a analizar las características de este nuevo panorama universitario, que Bernabé (2008) identifica como principales características que el EEES requiere de la atención educativa y que está fundamentalmente centrada en factores como:

1. Una mayor implicación del alumnado en el proceso de E/A.
2. Fomento del aprendizaje autónomo.

3. La diversificación de las funciones del profesorado.
4. La existencia de necesidades formativas por parte de los docentes.
5. El protagonismo y la integración de las TICs en el entorno educativo.
6. La necesidad de metodologías docentes adecuadas al nuevo espacio educativo.

En este mismo sentido, Fernández (2003) sintetiza los rasgos principales del nuevo modelo educativo propuesto por el EEES, entre otras en:

- a. Es esencial aprender a aprender, a lo largo de la vida.
- b. El estudiante aprende competencias de manera autónoma, siendo tutelado por los profesores.
- c. El proceso educativo se centra más en los resultados del aprendizaje que en la enseñanza, expresados en términos de competencias genéricas y específicas.
- d. El proceso educativo en la Universidad es cooperativo entre profesores y alumnos.
- e. Adquieren importancia las TICs y sus posibilidades para desarrollar nuevos modos de aprender.
- f. Los profesores y los alumnos asumen nuevos roles, es decir, nuevas formas de pensar, sentir y actuar.

Si bien el estudiante pasa a ser el principal protagonista del nuevo escenario de educación, los protagonistas del proceso educativo universitario, alumnos, profesores y universidad, están obligados a realizar ciertos cambios.

El estudiante deberá tomar un papel más activo y participativo en el proceso de su propia formación que le permita adquirir una predisposición para el autoaprendizaje y el trabajo continuo y organizado.

El profesor inicialmente es el máximo responsable del proceso, pero a medida que va avanzando, esa responsabilidad debe ir recayendo en el alumno, de tal manera que al finalizar el curso, el profesor realiza únicamente la labor de asesor.

En este sentido, las Redes Sociales se encuentran como elemento clave para la comunicación asincrónica, siendo una de las actividades más demandadas por nuestros alumnos a la hora de dedicar su tiempo de ocio, con un crecimiento exponencial en los últimos años (Junta de Andalucía, 2011). Por tanto, entendemos las redes sociales como una de las mayores fuentes de riqueza y poder en la sociedad (Díaz, 2011).

Para Santamaría (2009), una red social, a nivel general, es una estructura social formada por nodos –habitualmente individuos u organizaciones– que están vinculados por uno o más tipos de interdependencia, tales como valores, puntos de vista, ideas, intercambio financiero, amistad, parentesco, aversión, conflicto, comercio, enlaces web, relaciones sexuales. En este sentido habría que preguntarse sobre qué diferencia existe entre una red social y aquella que se genera en el seno de un aula. Las redes sociales se constituyen como un espacio creado para intercambiar información, algo que hoy en día es esencial en una sociedad que se mueve por y para la información. Pero estar en una red social no tiene un interés implícito desde el punto de vista tecnológico, su potencialidad está en este caso en los usuarios, en la información y no en la red social en sí. La tecnología ha conseguido, en este caso, que individuos que tienen un interés común y que no se podrían encontrar offline se conecten en un espacio virtual (Lampe, Ellison, y Steinfield, 2006). Un espacio virtual donde se comparte información y se

reanudan u originan comunicaciones, sin que esto suponga que se establezcan relaciones con otros individuos diferentes a los que se interrelaciona habitualmente en el mundo físico. No se debe pues considerar los espacios virtuales y no virtuales como opuestos y excluyentes uno de otro, pues nos permite observar el grado en que tanto uno como otro, se retroalimentan y componen a sí mismos (Aguilar Rodríguez y Hung, 2010).

Bajo este marco, se hace necesaria una educación de participación y gestión de las mismas, que evite los frecuentes usos que de ellas se hacen por distintos agentes sociales (individuos, empresarios, colectivos sociales) y que cuanto menos han generado alarma social. La inclusión en estas, debe hacerse desde el conocimiento y poniendo a su servicio cuantos recursos sean necesarios por parte de nuestros alumnos y profesores, así como por parte de los responsables de éstas.

ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA “CONOCIMIENTO DEL MEDIO NAURAL, SOCIAL Y CULTURAL”

Conocimiento del medio Natural, Social y Cultural es una asignatura obligatoria del Plan de Estudio de diplomado en Maestro de Educación Primaria (EP) de la Facultad de Educación de la Universidad de Huelva, impartida por profesores pertenecientes al departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. La asignatura está enfocada con un carácter eminentemente práctico, que hace que se articule en torno a trabajos individuales, de grupo y puestas en común para la discusión de resultados y conclusiones, metodología más adecuada para alcanzar las competencias establecidas entre otras:

1. Conocer las posibilidades didácticas de las actividades fuera del aula
2. Conocer las técnicas adecuadas para la investigación y conocimiento del medio natural en EP (observar, describir, medir, clasificar, formular problemas abiertos y resolverlos, diseñar experiencias, recoger datos y organizarlos en tablas, analizar estos datos y sacar conclusiones,...)
3. Fomentar la curiosidad y el cuestionamiento de lo que observan para querer saber más.
4. Promover el respeto hacia el medio ambiente
5. Valorar la importancia del trabajo colaborativo.

Este enfoque didáctico, práctico e investigativo nos hace plantearnos actividades que conjuguen el desarrollo teórico de la asignatura con una mayor implicación del alumno y mayor trabajo autónomo, empleando los medios técnicos más significativos y funcionales que estén al alcance de estos, fundamentando los principios constructivistas en la que basamos nuestra formación y sirviendo como modelo de trabajo a los estudiantes para su posterior actividad docente.

DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA

La experiencia comienza con una puesta en común, donde desde su experiencia y concepción se describe cómo organizar y realizar actividades fuera del aula que ayuden a construir nuevos conocimientos en el área de *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural* a los alumnos de Educación Primaria. De esta forma, se van desgranando cuestiones fundamentales a la hora de planificar una salida:

- a) ¿Dónde podemos ir?: Determinación de lugares de interés para los alumnos de EP.

- b) ¿Para qué vamos?: Objetivos
- c) ¿Qué podemos hacer?: Modelos de propuestas de actividades
- d) ¿Cómo lo podemos organizar?: Propuesta de intervención

Es en este último apartado (Cómo lo podemos organizar), donde se encuadra nuestra experiencia, que pasamos a denominarla “El Descubridor de lo Insólito”.

Partimos de que un lugar es descrito de forma diferente, según quién es el que observa, siendo un proceso marcado totalmente por factores subjetivos. Así un hecho, un objeto, un proceso, etc., es visto con distinta perspectiva según se vean con *ojos* de geólogo, de botánico, de físico, de historiador, de educador o de ciudadano.

Jugando al *descubridor de lo insólito* podemos encontrarnos con descripciones interesantes de nuestros alumnos, casi siempre desconocidas, pudiéndose hacerse descubrimientos con distintas consideraciones: sobre concepciones, sobre contenidos ya trabajados, sobre posibles líneas de trabajos, etc. El alumno aprende a observar, a interpretar lo observado, así como los formadores aprendemos de nuestros alumnos y a entender como observan, piensan, etc.

Tenemos que tener claro de nuestra experiencia varias cuestiones: la entendemos como una experiencia continua, transversal “en” y “a” la asignatura, donde el alumnado debe tener claro que “*Insólito*” es: todo objeto, proceso, hecho, efecto, estructura,... que nos llame la atención porque no lo hemos visto nunca, lo conocíamos pero no lo habíamos visto, por su singularidad,...(fig. 1). Es una opción a criterio del estudiante. Por último, la experiencia se entiende como un punto de encuentro de curiosidades, donde todos formamos parte y la clave del éxito reside en la participación directa.



Fig 1: Fotografías aportadas por alumnos (captura de pantalla)

Se debe decidir, entre todos, cual será la red social que vamos a utilizar; en nuestro caso Facebook (<http://www.facebook.com/>), red más utilizada entre nuestros alumnos y, por

tanto, el criterio de selección es puramente técnico, evitando así aquellas dificultades que trajesen aparejada el desconocimiento de la red.

En cuanto al entorno o lugar donde el alumno hace el descubrimiento, se plantea como abierto y de decisión propia del alumno, no existiendo barreras ni geográficas, ni temporales, acercando *el conocimiento a su realidad*. En este sentido, se deben de especificar cuestiones claves que sitúen a los demás participantes de la experiencia: ¿Dónde está situado? (Plano de la ciudad si fuese necesario), ¿Desde cuándo existe?, ¿Qué había antes? (Historia del lugar), ¿Quién lo cuida? (Responsabilidad pública o privada), ¿Qué pasará si desaparece total o parcialmente (la vegetación, la iluminación, el agua, los bancos, las papeleras, etc.); ¿A quién le afectará?, ¿Dónde podemos encontrar información sobre ese lugar? (biblioteca de aula, Biblioteca del centro, Biblioteca Pública, Internet, ...), así como cualquier pregunta que sea de interés y que debe ser promovida, como información previa para situarlos e interesarlos sobre ese lugar.

El descubrimiento se hace público a través de los medios técnicos que ofrecen las redes sociales (fotos, videos, etc.) así como a través de aquellos recursos web2.0, que se puedan enlazar (podcast, google map, web, etc.)(fig. 2)



Fig 2: Recursos Web2.0 puestos al servicio de la experiencia

Los resultados obtenidos deben ser discutidos de manera online por el conjunto de alumnos, argumentando, reflexionando, analizando, etc., a través de las aportaciones necesarias para clarificar y dar sentido a aquello que resultaba insólito, así como podemos trabajar de manera presencial aquello que, de cara al trabajo diario de clase, pueda ser de interés colectivo, favoreciendo en definitiva, una alfabetización científica y cultural (fig. 3).

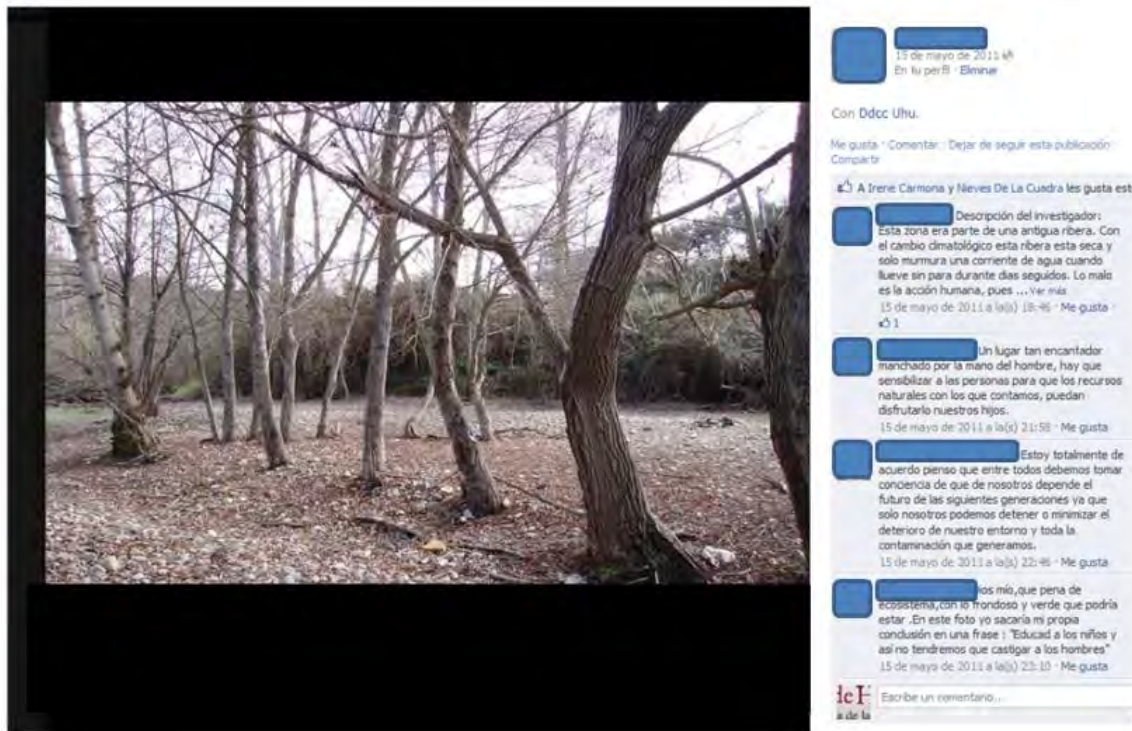


Figura 3. Ejemplificación de la experiencia

VALORACION DE LA EXPERIENCIA

Siempre resulta atractivo para el alumnado, realizar actividades que atraigan su interés, bien sea por su originalidad, por su carácter innovador o incluso por su sencillez. Sea cual sea su origen, el resultado radica en la consecución de los objetivos, y en este sentido, son los resultados los que valoran y hacen positiva la experiencia.

La organización es totalmente flexible en cuanto barreras geográficas y temporales se refiere, adaptándose a las necesidades y particularidades del alumnado. Como ya hemos señalado, la implicación de los mismos en la actividad también resulta variable, desde alumnos cuyo trabajo se ha limitado a realizar una foto y realizar un comentario, lo mínimo exigido, hasta alumnos que han puesto al servicio de la experiencia una gran batería de recursos web2.0 y cuya aportaciones en forma de comentario superan con creces la finalidad de la misma, preocupándose incluso de la organización de la actividad y mejora de la misma.

Entre los inconvenientes encontrados o posibles barreras caben citar las siguientes:

- Como cualquier actividad TIC, la necesidad de disponer de un mínimo de infraestructura técnica, Ordenador, Internet, etc. Destacar una diferenciación entre alumnos con Smartphone (con internet en el móvil) y aquellos que no. Siendo la participación de los primeros, mucho más ágil y rápida que los segundos.
- La obligatoriedad de estar constantemente informado de lo que ocurre en la Red Social, por lo que se hace necesario dedicar un tiempo *diario* a la actividad.
- Los alumnos deben tener presente la experiencia en todo momento y disponer de algún dispositivo móvil que capture lo *insólito* (*móvil, cámara, etc.*)

- Los alumnos deben crear una *cuenta* para la actividad y así salvaguardar su privacidad y actividades privadas.

CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE MEJORA

Tras una revisión de aquellos elementos tenidos en cuenta a la hora de evaluar la actividad (participación, interés, nivel de reflexión, maduración de los argumentos e implicación en general), hemos visto conveniente el uso de las redes sociales como instrumento de comunicación y participación, incluso fuera de la actividad académica propiamente dicha, desarrollándose nuevos cauces de comunicación entre el alumnado y el profesorado, especialmente por las posibilidades que ofrecen para:

- Desarrollar modos de trabajo y procesos de E/A donde se incluyan en la formación, elementos más significativos para el alumnado acercándonos a aquellos que se demanda en una Sociedad de la Información, así como un nuevo papel del profesor de cara a los nuevos retos que le va a plantear la era digital. Este modo de hacer, debe pasar no sólo por el uso de los materiales, sino por un comportamiento, una actitud, pasando de un rol como formador, educador, a otro diferente como dinamizador, orientación y de tutela.
- Fomentar el énfasis en el Aprendizaje, donde se debe actuar como tutor, promoviendo la autonomía del alumno, diseñando y gestionando sus propios recursos y donde las TICs estén integradas en el currículo.
- Ofrecer una formación continua y de carácter general en cuanto a competencias se refiere: conocer los contenidos curriculares de la materia, saber procesar y comunicar información (audiovisual, digital o multimedia), transformarla en conocimiento y aplicarla en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la materia de *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*.
- Desarrollar una formación en *Redes Sociales*, que fomenten comportamientos deseables en éstas, evitando comportamientos que hagan a nuestros alumnos vulnerables frente a *ataques* de usuarios (Ciberacoso, Cyberbullying, Grooming, etc.)

Para concluir, debemos establecer un conjunto de medidas que fomenten buen uso de las redes sociales en el aula, así como mejorar en la efectividad de las mismas en los procesos de Enseñanza y Aprendizaje:

- Contestar todos las propuestas hechas por los alumnos, motivando en lo posible, *el bien hacer* de los mismos.
- Establecer un tiempo mínimo de respuestas a los comentarios de no más de 48 horas para no dar sensación de olvido en la actividad por parte del alumnado.
- Fomentar la participación activa de los alumnos, potenciando reflexiones maduras y profundas frente a respuestas libres de contenidos.
- Seleccionar una red social que dé respuesta a las necesidades de la actividad y no al revés, siendo conveniente usar una *cuenta* de uso exclusivo para la actividad y por tanto, libre de información no concerniente a la materia.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, D. E y Hung, E. S (2010) Identidad y Subjetividad en las redes sociales virtuales: caso de facebook. *Zona Próxima*, 12.

- Bernabé, Y (2008). *Las WebQuests en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Desarrollo y Evaluación de Competencias con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la Universidad*. Tesis Doctoral inédita. Universidad Jaime I.
- Cano, M. E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 12 (3).
- Díaz, V (2011), Mitos y Realidades de las redes sociales, *Prisma Social: revista de ciencias sociales*, 6, 340-366.
- Junta de Andalucía (2011). *Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en los hogares*. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Descargado el 27 de marzo de 2012 de <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia>.
- Fernández, R. (2003) Competencias profesionales del docente en la sociedad del siglo XXI. *Organización y gestión educativa: Revista del Fórum Europeo de Administradores de la Educación*, 11 (1), 4-7
- Lampe, C., Ellison, N. y Steinfield, C. (2006). A Facebook in the crowd: Social searching vs. social browsing. *Proceedings of the 2006 20th Anniversary Conference on Computer Supported Cooperative Work* (pp. 167–170). New York: ACM Press.
- Lorca-Marín, A.A.; Vázquez, B.; Morón, H. y Wamba, A.M. (2010). Una aproximación docente a la Enseñanza a través de la Web 2.0 y/o entornos virtuales en la observación inicial del profesorado de Secundaria. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.) *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 110-117). Jaén: Ser. Pub. Universidad de Jaén.
- Santamaría, F. (2009). Redes sociales y comunidades educativas. Posibilidades pedagógicas. *Telos: cuadernos de comunicación e innovación*, 76, 99-109.

Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros

**Martín del Pozo, R.¹, Rivero, A.², Solís, E.², Porlán, R.², Rodríguez, F.², Azcárate, P.³,
Ezquerro, A.¹**

¹*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense*

²*Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla*

³*Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz*

rmartin@edu.ucm.es

RESUMEN

La investigación sobre el profesorado se ha centrado más en describir su conocimiento que la dinámica del cambio. Sabemos que determinadas ideas actúan como obstáculos que impiden una mirada diferente sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje y otras como movilizadoras. Pero, sabemos poco acerca de qué alternativas construyen los futuros docentes al tomar conciencia de ellas y afrontar sus limitaciones, es decir, qué es lo que aprenden realmente los futuros maestros. También existe bastante consenso sobre las características que deben poseer las estrategias formativas, pero no sabemos qué elementos de ese proceso son los más potentes para generar cambios. Para ello, hemos diseñado un recurso formativo (en forma de cuaderno de trabajo) organizado en una secuencia de actividades para trabajar desde el inicio con las ideas y experiencias de los futuros maestros aprendiendo 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 sus planteamientos iniciales sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Primaria e indagar sobre los cambios producidos¹.

Palabras clave

Formación inicial del profesorado, Educación primaria, Recursos formativos.

INTRODUCCIÓN

Como equipo de formación e investigación, en los últimos años nos hemos centrado en el estudio de la *progresión del conocimiento didáctico* de los futuros maestros de Primaria cuando participan en procesos de formación coherentes con modelos formativos de orientación constructivista. Con ello que pretendemos que se aproximen a enfoques de la enseñanza de las ciencias que integren los avances de la investigación didáctica y las prácticas educativas más innovadoras.

En un estudio desarrollado con 5 equipos de estudiantes de Magisterio hemos detectado cierta progresión desde una enseñanza centrada en el profesor a otra más centrada en los alumnos, aunque sin adoptar enfoques realmente basados en la investigación escolar. Los resultados concretos que hemos obtenido nos indican que se superan algunos obstáculos, pero no otros

(Porlán *et al.*, 2010; 2011; Martín del Pozo, Porlán y Rivero, 2011; Rivero *et al.*, 2011) En este sentido, no podemos olvidar que los únicos referentes prácticos directos que poseen los estudiantes de Magisterio son aquellos que han vivido como alumnos, es la única práctica educativa que conocen y en ella se basan, aún sin ser conscientes, para diseñar y desarrollar sus propuestas de enseñanza. Consideramos pues imprescindible que los futuros maestros contrasten sus propias visiones con *prácticas docentes innovadoras* y no sólo con informaciones teóricas porque es una manera muy prometedora de provocar desarrollo profesional auténtico.

Es por todo ello que estamos desarrollando un nuevo proyecto de investigación cuya finalidad es investigar la progresión del conocimiento didáctico de los futuros maestros cuando participan en un curso para aprender a enseñar ciencias cuyo referente sea la investigación escolar (*Inquiry-based Science Education*), que esté basado en la investigación profesional de problemas curriculares relevantes y en la interacción con prácticas docentes innovadoras. Se trata de una línea de trabajo en la que, como señala Abell (2007), es necesario profundizar: *“aunque enfatizamos en los programas de formación de profesores la enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar, tenemos poco conocimiento empírico de qué es lo que los profesores aprenden. Las investigaciones sobre el conocimiento de los profesores acerca de estrategias de enseñanza basadas en la investigación no están suficientemente desarrolladas. Necesitamos más investigaciones examinando qué es lo que comprenden los profesores acerca de las estrategias investigadoras y los modelos de enseñanza de las ciencias y cómo transfieren su conocimiento a la instrucción”* (p. 1130).

En definitiva, existe un amplio consenso entre los investigadores en la necesidad de diseñar, aplicar y evaluar estrategias formativas en las que los futuros maestros aprendan a cuestionar sus planteamientos en relación con los problemas curriculares fundamentales (qué enseñar y para qué, qué tareas poner en marcha en la clase, cómo hacer un seguimiento de la evolución de la clase y del aprendizaje de los alumnos, etc.) e inicien cambios sólidos hacia un conocimiento didáctico deseable, coherente con enfoques para la enseñanza de las ciencias basados en la investigación escolar. Ahora bien, se conoce poco sobre qué aspectos de los cursos de formación provocan cambios. En esta comunicación haremos referencia al recurso formativo elaborado para tal finalidad.

PRINCIPIOS FORMATIVOS QUE ORIENTAN LA ELABORACIÓN DE RECURSOS

La formación inicial debe facilitar el desarrollo profesional de los maestros, superando el academicismo teórico donde la práctica se concibe como la mera aplicación de las teorías sobre la enseñanza y el aprendizaje. Y a ello se contribuye incorporando los problemas relativos al diseño y desarrollo del currículo escolar como contenido de la formación, en un proceso que permita avanzar desde el nivel en que los futuros maestros se encuentran hacia un conocimiento profesional deseable, en la línea de llegar a ser un profesional autónomo, reflexivo, crítico e investigador, un intelectual comprometido (Martín del Pozo, 2007).

Se trata de alejarse del modelo de formación inicial como prolongación de la escolaridad de los estudiantes que serán maestros, vinculándose de esta forma a la idea de aprendizaje a lo largo de la vida profesional, haciendo hincapié en que son futuros maestros y no alumnos que tienen que aprenderse una asignatura para examinarse. También nos separamos de la idea del formador aislado exclusivamente como especialista en una disciplina, para acercarnos al equipo de formadores que facilitan el desarrollo de competencias profesionales más amplias.

Desde esta perspectiva, se pretende que la formación inicial incida en las creencias de los futuros maestros. Éstas, están muy arraigadas incluso antes de decidir ser maestro y se proyectan en su acción o proyecto de acción. No conviene olvidar, que una influencia nada

despreciable en el desarrollo profesional de los maestros es la forma en que han sido enseñados.

Cuando los futuros maestros son orientados hacia procesos de re-construcción crítica de la conducta docente mayoritaria y del saber implícito que la sustenta (el modelo tradicional de enseñanza), sometiéndolos a un contraste significativo y funcional con conocimientos y experiencias más coherentes con los resultados de la investigación educativa, pueden surgir en ellos modelos de enseñanza-aprendizaje más conscientes, complejos y evolucionados, capaces de sustentar una práctica innovadora y realmente profesionalizada. Nuestros últimos trabajos nos han permitido reforzar esta misma idea.

Según estos planteamientos, los principios que han orientado el diseño de los recursos formativos pueden enunciarse como sigue (Ariño et al., 2010):

- La *coherencia* entre el modelo de formación que se utiliza con los futuros maestros y el modelo didáctico que se considera deseable que los futuros maestros utilicen con los alumnos de Primaria. Se trata, por tanto, de aplicar el *principio de isomorfismo*.
- De acuerdo con lo anterior adoptamos una *perspectiva constructivista* que concibe la formación de los maestros como un proceso de cambio evolutivo de sus concepciones, prácticas y actitudes iniciales hacia un modelo de pensamiento y actuación docente más coherente con las aportaciones más recientes de la Didáctica de las Ciencias. En consecuencia, los recursos que elaboramos se organizan en torno a la superación de las dificultades de aprendizaje que consideramos más relevantes y que van asociadas a dichas concepciones.
- La adopción del *principio de investigación* como un principio formativo de síntesis, lo que supone que la idea de investigación no sólo debe estar presente en el modelo didáctico de referencia sino también en la manera de enfocar la construcción del conocimiento profesional; es decir, en la propia metodología didáctica de la asignatura.
- La *articulación de la teoría con la práctica*, intentando contrastar la justificación y la propuesta de actuación de los futuros maestros con datos y situaciones de la propia práctica y su fundamentación. En definitiva, incorporar la problemática del currículo escolar al contenido del currículo de los futuros maestros.

RECURSO FORMATIVO PARA APRENDER A ENSEÑAR CIENCIAS

Se trata de un material para la formación inicial de maestros de Primaria basado en la investigación de problemas curriculares y en prácticas docentes innovadoras. Una propuesta formativa para aprender a enseñar ciencias en Primaria orientada a hacer evolucionar los planteamientos de los futuros maestros hacia la enseñanza de las ciencias por *investigación escolar*.

Pretendemos así contribuir al desarrollo de *competencias profesionales* necesarias para ser maestro de Primaria, especialmente (ORDEN ECI/3857/2007, BOE 29/12/2007):

- *Conocer las áreas curriculares de la Educación Primaria, la relación interdisciplinar entre ellas, los criterios de evaluación y el cuerpo de conocimientos didácticos en torno a los procedimientos de enseñanza y aprendizaje respectivos.*
- *Diseñar, planificar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro.*

El recurso elaborado (en forma de cuaderno de trabajo) está organizado en una secuencia de actividades formativas para trabajar desde el inicio con las ideas y experiencias de los futuros maestros aprendiendo 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.

En la actividad inicial, se presenta y negocia la propuesta de trabajo del curso, y se forman equipos de 3 a 4 componentes. También se cumplimenta un cuestionario con declaraciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias para que manifiesten su grado de acuerdo o desacuerdo con las mismas. En la siguiente sesión se comentan los resultados con todo el grupo de clase.

Antes de trabajar en equipo con un supuesto práctico: el diseño de una propuesta para enseñar a alumnos de Primaria un contenido del área de Conocimiento del Medio, lo primero que se hace es proponer y decidir qué debe de contener esa propuesta. Se trata de incluir los cuatro elementos curriculares más relevantes: contenidos, ideas de los alumnos, metodología y evaluación.

En la primera parte, se elabora en equipo una primera propuesta para enseñar. La puesta en común y el análisis de dichas propuestas servirán para hacer un primer contraste entre los diferentes equipos de estudiantes de Magisterio.

En la segunda parte, se comienza por caracterizar cada elemento curricular de la primera versión. En el Cuadro 1 puede verse en el caso de los contenidos escolares.

CONTENIDOS	PRIMERA VERSIÓN
<i>¿Con qué criterios se han seleccionado?</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Seleccionamos los contenidos que consideramos más interesantes para los alumnos b) Seleccionamos los contenidos teniendo en cuenta varias cosas: su importancia científica, las características de los alumnos,... c) Seleccionamos del libro de texto los conceptos más importantes de ese contenido, porque ya está adaptado a los alumnos d) En caso de no sentirnos identificados con estas opciones ¿cómo es vuestra propuesta inicial?
<i>¿De qué tipo son los contenidos que se pretenden enseñar?</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Son casi todos conceptos b) Son sobre todo procedimientos y actitudes c) Son conceptos y también procedimientos y actitudes d) En caso de no sentirnos identificados con estas opciones ¿cómo es vuestra propuesta inicial?
<i>¿Cómo se organizan y presentan a los alumnos?</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Como un conjunto de problemas abiertos para investigar por los alumnos b) Como un esquema o mapa c) Como un listado de temas sobre el contenido d) De no sentirnos identificados con estas opciones ¿cómo es vuestra propuesta inicial?

Cuadro 1. Primer análisis de los contenidos en la primera versión de la propuesta de enseñanza

A continuación, lo confrontaremos con documentos (incluidos en el cuaderno) que aporten otros puntos de vista (desde el currículo oficial, hasta ejemplificaciones). La puesta en común de estas informaciones desemboca en un guión de reflexión para cada elemento curricular que trata de recoger la posición de los equipos y que servirá para ir señalando las posibles modificaciones. Por ejemplo, para el caso de las ideas de los alumnos:

1. Al utilizar la expresión “ideas de los alumnos” ¿a qué nos referimos?

Si observamos lo que dice “Frato” en la transparencia (pero tú qué quieres saber... lo que me han enseñado en la escuela o lo que yo pienso), así como otras ideas similares que están en el resto de los documentos, parece que los alumnos tienen ideas que han construido en su experiencia no escolar y, por otro lado, ideas que identifican con el contexto escolar. ¿A vosotros os pasa algo parecido? En caso afirmativo, poner un ejemplo.

2. *¿Qué significa para ti “aprender”? ¿Tiene alguna relación con las ideas de los alumnos?*

3. *¿Para qué puede serle útil a un maestro conocer las ideas de los alumnos? Más concretamente: ¿qué relación hay entre las ideas de los alumnos y el resto de los elementos curriculares (objetivos, competencias, contenidos, metodología, evaluación)?*

4. *Señala 3 ideas clave sobre las ideas de los alumnos*

Finalmente, se trata de que elaboren una segunda versión de su propuesta de enseñanza, recogiendo las modificaciones parciales que se hayan ido anotando.

En tercer lugar, después de todo ese trabajo de contraste, se 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 el guión de reflexión y realizar una tercera versión de la propuesta.

Para ello se utilizan videos obtenidos en los proyectos de innovación educativaⁱⁱ en los que hemos participado.

La actividad final, consiste en comparar las versiones elaboradas (Cuadro 2), cumplimentar de nuevo el cuestionario de la actividad inicial así como valorar todo el proceso llevado a cabo.

	PRIMERA VERSIÓN	ÚLTIMA VERSIÓN
<i>Preparación de la propuesta (fuentes consultadas para su elaboración)</i>		
<i>Cómo se ha decidido el tema</i>		
<i>Sentido del tema y, en general, de los contenidos incluidos para los alumnos de Primaria</i>		
<i>Tipos de contenidos y organización de los mismos</i>		
<i>La primera actividad</i>		
<i>La secuencia de actividades. Criterio de secuenciación</i>		
<i>Tipos de actividades incluidas</i>		
<i>Cómo se termina el trabajo con los alumnos</i>		
<i>Cuándo y cómo se utilizan didácticamente las ideas de los alumnos</i>		
<i>Qué, cómo y para qué se evalúa</i>		
<i>OTROS ASPECTOS que quieras valorar</i>		

Cuadro 2. Análisis comparativo de las propuestas de enseñanza elaboradas

En definitiva, con esta propuesta formativa (Cuadro 3) pretendemos superar la idea de que “para enseñar lo que hace falta es saber los contenidos porque lo demás se aprende enseñando”, haciendo evolucionar los diseños curriculares de los futuros maestros hacia planteamientos más cercanos a la investigación escolar, tratando de acercar las prácticas innovadoras de los maestros a la formación inicial, promoviendo una imagen positiva y

profesionalizada de nuestra profesión que contribuya a desarrollar el interés por la misma y por promover su adecuada valoración social.

ACTIVIDAD INICIAL	
<ul style="list-style-type: none"> • Presentación y negociación de la propuesta de trabajo del curso • Formación de equipos de 3 a 4 componentes • Cuestionario con declaraciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias 	
PRIMERA PARTE	<p>ACTIVIDAD 1. <i>Elaboración de la primera versión de la Propuesta para enseñar un contenido del área de Conocimiento del Medio</i></p> <p>ACTIVIDAD 2. <i>Análisis por los equipos de la primera versión de la Propuesta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis por otro equipo - Anotar posibles mejoras de la primera propuesta
SEGUNDA PARTE	<p>ACTIVIDAD 3. <i>¿Qué enseñar?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de los contenidos en la primera versión - Consulta de documentos - Guión de reflexión sobre los contenidos escolares - Reelaboración de los contenidos escolares <p>ACTIVIDAD 4. <i>¿Hay que tener en cuenta las ideas de los alumnos para enseñar?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de las ideas de los alumnos en la primera versión - Consulta de documentos - Guión de reflexión sobre las ideas de los alumnos - Reelaboración del tratamiento de las ideas de los alumnos <p>ACTIVIDAD 5. <i>¿Cómo enseñar?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de la metodología de enseñanza en la primera versión - Consulta de documentos y puesta en común - Guión de reflexión sobre la metodología de enseñanza - Reelaboración de la metodología de enseñanza <p>ACTIVIDAD 6. <i>¿Para qué, qué y cómo evaluar a los alumnos?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de la evaluación en la primera versión - Consulta de documentos y puesta en común - Guión de reflexión sobre la evaluación - Reelaboración de la evaluación <p>ACTIVIDAD 7. <i>Segunda versión de la Propuesta de enseñanza</i></p>
TERCERA PARTE	<p>ACTIVIDAD 8. <i>La práctica de la investigación escolar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Visionado de videos - Guión de reflexión sobre la práctica <p>ACTIVIDAD 9. <i>Tercera versión de la Propuesta de enseñanza</i></p>
ACTIVIDAD FINAL	
<ul style="list-style-type: none"> • Valoración del curso y del propio aprendizaje • Cuestionario con declaraciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias 	

Cuadro 3. Propuesta de actividades formativas

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. Abell & N. Lederman (Eds), *Handbook of Research on science education* (pp. 1105-1149). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Arillo, A., Ezquerro, A., González, M., Fernández Blázquez, D., Fernández Lozano, P., & Martín del Pozo, R. (2010). Recursos para la formación inicial de maestros basados en prácticas docentes innovadoras. *Actas XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Jaén.

Martín del Pozo, R. (2007). *Aprender para enseñar ciencias en Primaria*. Sevilla: Díada.

Martín del Pozo, R., Porlán, R., & Rivero, A. (2011). The progression of prospective teachers' conceptions of school science content. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 291-312.

Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., & 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., & Pizzato, M. (2011) El cambio del profesorado de ciencias II: Resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 413-426.

Rivero, A. (2000). Enseñando a los futuros maestros y maestras a enseñar conocimiento del medio: intenciones y dificultades. *Investigación en la Escuela*, 42, 17-27.

Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., Martín del Pozo, R., & Harres, J. (2011). The Progression of Prospective Primary Teachers' Conceptions of the Methodology of Teaching. *Research in Science Education*, 41(5), 739-769.

ⁱ Esta comunicación es parte del 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)

ⁱⁱ Proyecto de Innovación Educativa UCM 2006-2008: *Diseño y producción de recursos formativos a partir de prácticas profesionales innovadoras*.

Proyecto de Innovación Educativa UCM 2009-2010: *Producción de recursos audiovisuales para la formación inicial de maestros sobre la enseñanza por Proyectos en la Educación Primaria*.

Proyecto de Innovación Educativa US2010-2011: *Elaboración de recursos audiovisuales para la formación del profesorado*.

Monte multifuncional: una actividad para trabajar la conservación de la naturaleza en contextos locales

Santiago Montero Vilar¹, David Brown² e Isabel García-Rodeja Gayoso*³

1 IES Ponte Caldelas

2 Integra futuros-sostibeis

3 Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela) isabel.garcia-rodeja@usc.es

RESUMEN

Se describe una actividad denominada “el monte multifuncional” desarrollada con estudiantes de 1º de bachillerato en el IES Ponte Caldelas (Pontevedra). En esta actividad se pedía a los estudiantes que elaboraran un plan de ordenación de una comunidad de montes cercana al instituto. La actividad incluía una salida para la recogida de datos y cinco sesiones de aula para el análisis y la realización del plan de ordenación. El objetivo era trabajar la conservación y gestión del territorio dentro del contexto local donde se ubica el centro. Con este tipo de actividades se pretende contribuir a los objetivos de la educación que tienen que ver con la formación de ciudadanos capaces de comprender la realidad en la que viven, comprometiéndose a contribuir a su mejora al sentirse con el poder y la capacidad de participar en las discusiones y decisiones sociales que tienen que ver con un mayor respeto y una reconciliación con el entorno en el que viven.

Palabras clave

Biodiversidad, contexto, local, socio-científicos, ordenación.

INTRODUCCIÓN

La conservación y ordenación de espacios naturales está adquiriendo gran importancia para la sostenibilidad ecológica del planeta. La naturaleza compleja e interdisciplinar de los problemas ambientales requiere de habilidades y estrategias que van más allá de los métodos tradicionales de la enseñanza basados en la transmisión de información. Requiere de estrategias de aprendizaje activas y contextualizadas, que además de generar conocimientos, generen emociones con la naturaleza (Sargatal, 2003) y que ayuden en el desarrollo no solo de lo que Kassas (2002) denomina una conciencia ética ambiental sino también de una competencia ambiental.

La necesidad de trabajar con problemas socio-científicos

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, en el informe “Las competencias clave para el bienestar social y económico” (Rychen y Salganic, 2003), define “competencia científica” como la capacidad de emplear el conocimiento

científico para identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en hechos, con el fin de comprender y de poder tomar decisiones sobre el mundo natural, y sobre los cambios que produce en él la actividad humana. De esta definición de competencia científica subyace la necesidad de ayudar a los alumnos en la construcción de conocimientos científicos pero también de darles la oportunidad de aplicarlos en contextos sociales relevantes. La posibilidad de contextualizar los aprendizajes no es la única ventaja de introducir los problemas sociocientíficos en el aula. Existen múltiples referencias en didáctica que indican la necesidad de incluirlos en los currículos de ciencias (ver por ejemplo Driver, Newton y Osborne, 2000). García y Martínez (2010) señalan que los problemas socio-científicos son una oportunidad para desarrollar el razonamiento propio del ámbito científico y Acevedo (2006) hace referencia a su importancia en la educación en valores. Los problemas socio-científicos, además, pueden representar un marco adecuado para trabajar en el aula de ciencias la educación para la sostenibilidad. Se trata de problemas auténticos (Jiménez, 1998), abiertos, complejos y controvertidos, muchos de ellos sin respuestas definitivas. España y Prieto (2009) sostienen que representan un contexto adecuado para llevar el debate al aula de ciencias y contribuyen a la alfabetización científica y tecnológica.

Contextos locales

Para analizar los problemas ambientales globales algunos autores hacen referencia a la necesidad de utilizar contextos locales. Los contextos locales permiten la necesaria experiencia directa con la naturaleza: la 'Educación en el medio' (Lucas, 1980), también conocida como educación al aire libre (outdoor education), que implica una estrategia pedagógica donde se procura aprender a través del contacto con la naturaleza. Diversos autores entre los que destacan Lindemann-Matthies et al. (2009) se sitúan en esta dirección. Nosotros consideramos que también ayudan a poner en valor el patrimonio natural local y a generar sentimientos de apego. Las actividades en entornos locales son también un buen escenario para lo que Sargatal (2003, 2006) denominó seducción ambiental, es decir, estrategias a utilizar para predisponer a la gente a recibir mejor los mensajes de educación ambiental y para generar conocimientos y argumentos sobre el interés de preservar el medio. Además dan la oportunidad de aplicar el conocimiento a cuestiones que deben ser relevantes para las personas y puede permitir a los estudiantes implicarse en la búsqueda de posibles soluciones a problemas reales.

Dentro de los estudios que implican estrategias activas en el medio por parte de los estudiantes, destacan las investigaciones de Baumgartner y Zabin (2008) que analizaron los aprendizajes realizados por sus alumnos a lo largo de un semestre sobre la biodiversidad intermareal. Estos autores destacan la necesidad de emplear proyectos reales en contextos locales que permitan actividades al aire libre, para construir una auténtica comunidad científica donde puedan analizar y aplicar ideas sobre problemas que al fin y al cabo son también problemas globales.

El objetivo de este trabajo es describir la implementación de una actividad denominada "el monte multifuncional" desarrollada con estudiantes de 1º de bachillerato en el IES Ponte Caldelas (Pontevedra). A continuación se resumen aspectos referidos al contexto en el que se realiza la actividad, los participantes, las actividades implementadas y una sucinta reflexión sobre la experiencia vivida.

LA ACTIVIDAD: EL MONTE MULTIFUNCIONAL

La actividad se realizó con un grupo completo de estudiantes de 1º de bachillerato del instituto público del IES Ponte Caldelas, que cursaban la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Había alumnos de 16 a 18 años tanto de la modalidad de humanidades (12 alumnos) como de la modalidad científica-tecnológica (15 alumnos).

El conjunto de actividades didácticas que se trabajaron se denomina “Monte Multifuncional” y se realizaron durante los meses de febrero y abril de 2010 dentro de una unidad didáctica que se denomina modelos de gestión del planeta, de la materia de 1º de bachillerato “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”. En esta unidad se trabajan contenidos que tienen como eje central el desarrollo sostenible.

Estas actividades fueron creadas por David Brown y su diseño se hizo a partir de un problema real que es la evaluación de la ordenación del monte de Pazos. El principal factor que motivó la elección de este problema, es que en un futuro cercano, muchos de los alumnos serán miembros de derecho de las distintas comunidades de montes.

¿Por qué centramos las actividades en las comunidades de montes?

El I.E.S. Ponte Caldelas acoge a unos 350 de alumnos de tres ayuntamientos: Ponte Caldelas, A Lama y Fornelos de Montes. Los tres ayuntamientos tienen un fuerte carácter rural. El relieve accidentado con numerosas pendientes junto con el éxodo rural dificulta las actividades agrícolas lo que provoca que las tierras se dediquen mayoritariamente a actividades de carácter forestal.

¿Qué son las comunidades de montes?

Los montes vecinales en man común, es una propiedad de origen germánico y un bien característico de Galicia, siendo una de las pocas propiedades de tierras en común que logro sobrevivir a la organización municipal del siglo XIX y al proceso de desamortizador. Su titularidad y aprovechamiento pertenece a las comunidades de vecinos, siendo comuneros, aquellas personas que residan habitualmente con “casa abierta” dentro del área geográfica donde se encuentran los montes.

Las comunidades son independientes en cuanto a su gestión y disfrute, de tal manera que la asamblea de vecinos decide los proyectos para sus montes. Estos deben cumplir con las funciones económica, ecológica y social, permitiendo una gran cantidad de múltiples usos (industria de madera y derivados, puestos de trabajo, aprovechamiento de biomasa forestal, ocio, turismo rural, artesanía, ganado, paisaje...). La explotación debe tener en cuenta el desarrollo local a través de los recursos existentes, debe ser sostenible económica y ecológicamente, y no perder potencialidades del monte que puedan ser aprovechadas por las generaciones futuras.

Descripción de las actividades

Para el desarrollo de estas actividades contamos con la colaboración de:

- Alberto Lema, presidente de la mancomunidad de montes de Ponte Caldelas.
- David Brown, miembro de la empresa Integra que se dedica a la gestión de espacios naturales y educación ambiental, al mismo tiempo es vecino de Pazos por lo que es comunero de la comunidad de montes de Pazos.

Estas actividades se desarrollaron en una salida al monte y cinco sesiones de cincuenta minutos en el aula dentro de la unidad didáctica "modelos de gestión del planeta". En la primera actividad el presidente de la mancomunidad de montes de Ponte Caldelas, Alberto Lema, a través de una carta, les solicitaba su opinión para evaluar el plan de ordenación de la comunidad de montes de Pazos (lugar que dista apenas 2 km del instituto y de la cual los alumnos son vecinos).

Durante la primera sesión se hicieron una serie de actividades individuales y en grupo. Los grupos se formaron por autoselección, dando lugar a 6 grupos de 4 ó 5 personas, que se mantuvieron a lo largo de todas las actividades. El objetivo de las mismas era que reflexionasen sobre una serie de cuestiones relacionadas con el monte para aprovechar en mayor medida la salida de recogida de datos a los tres diferentes tipos de montes de la comunidad de Pazos. Entre las cuestiones que se les planteó se les pidió que clasificasen entre cinco tipos de monte cuál consideraban más adecuado para: conservar mejor los recursos del agua, para resistir un incendio, para generar empleo y para obtener más recursos.

Al día siguiente se llevó a cabo la salida a los tres tipos de montes de Pazos que distan menos de 300 metros entre sí. En primer lugar visitaron un bosque autóctono de ribera, luego un eucaliptal abandonado y finalmente una plantación de pinos. En cada una de estas zonas tuvieron que completar una ficha. La principal función de la salida era que recogiesen datos y que reflexionaran acerca de los diferentes aspectos como son el valor ecológico, social y económico.

Al día siguiente se realizaron dos sesiones seguidas dentro del aula. Se pretendía que realizasen sobre un plano la ordenación de los montes de Pazos que considerarían más conveniente. En un primer momento David Brown les explicó el objetivo del día, y posteriormente les puso en silencio una presentación con 20 fotografías relacionadas con los diferentes usos del monte. A continuación les comentó que todas las fotografías tenían cierta relación con los usos del monte, y les dio a cada grupo un triángulo de sostenibilidad en blanco, en el cual cada grupo tuvo que pegar una copia de las fotografías en función del ángulo al que la actividad se aproximaba más: económico, social-cultural o ecológico. Después David les dio una charla técnica acerca de los diferentes usos del monte, tipos, ventajas y desventajas de estos. A continuación les introdujo la actividad final donde se les daba un plano (figura1) de la zona con una serie de instrucciones.

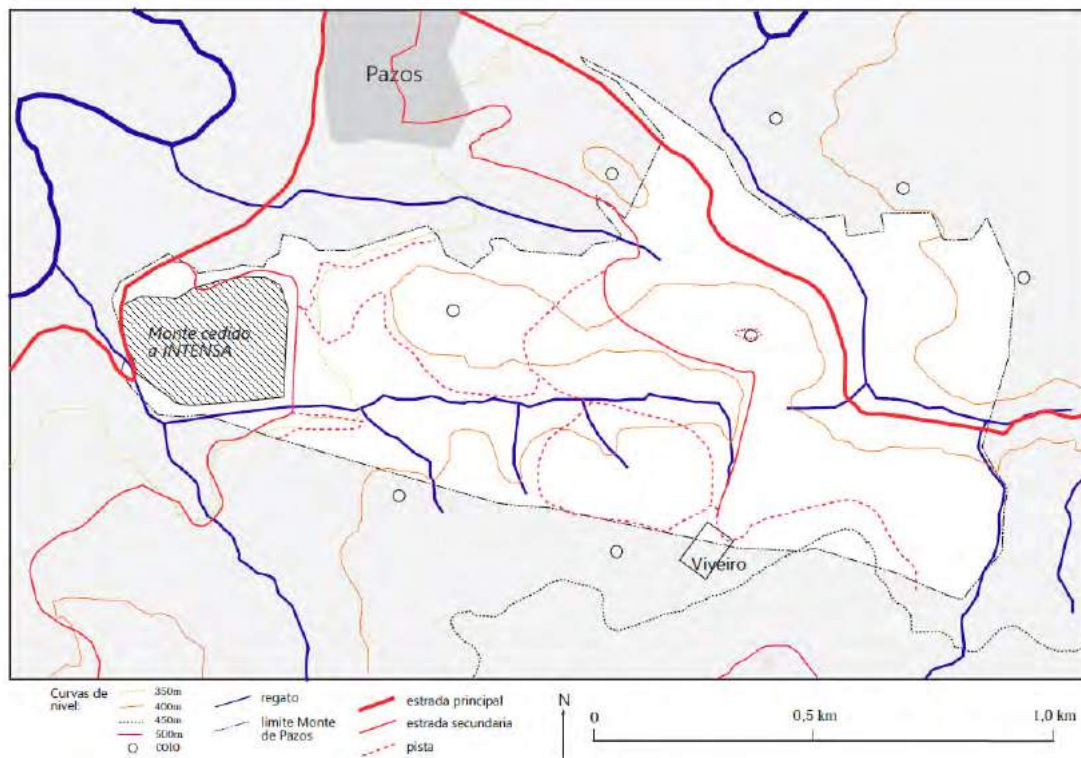


Figura 1. Plano de la comunidad de montes de Pazos

Cuando los grupos finalizaron tras debatir y realizar los planos, David dirigió una puesta en común acerca de las ideas que emergían de la actividad. Finalmente Alberto Lema les habló sobre las comunidades de montes y de la necesidad de que sean miembros activos de las mismas.

La penúltima sesión se empleó en pasar de nuevo el cuestionario inicial, añadiendo nuevas preguntas para contestar de forma individual y en grupo, con el objetivo de que volvieran a reflexionar sobre diferentes aspectos del monte y la necesidad de la ordenación territorial.

Al cabo de un mes, David Brown realizó una breve introducción acerca de la Ensenada de San Simón, en la Ría de Vigo, donde desemboca el río Verdugo, cuyo cauce cruza Ponte Caldelas. Tras la exposición tuvieron que realizar una actividad en grupo. La actividad consistía en situar en el plano de la Ensenada de San Simón diferentes usos humanos como eran un hotel, un complejo turístico, un puerto deportivo y una empresa conservera, entre otras. Los estudiantes debían hacer explícitos los criterios para la selección de las ubicaciones de los distintos usos. Con esta actividad se pretendía observar si el alumnado era capaz de extrapolar sus conocimientos a nuevos contextos.

¿Qué podemos decir de la experiencia vivida?

Las actividades dieron oportunidades para reflexionar y aportar criterios para la realización de planes de ordenación territorial, trabajando aspectos reales en problemas de conservación y gestión del medio natural. También permitió que se hiciese explícito durante el desarrollo de la actividad la complejidad del problema, la gran cantidad de

factores que intervienen (socio-científicos, ambientales, económicos) y la diversidad de soluciones posibles.

El contexto próximo ayudó a promover vínculos con la zona objeto de estudio por parte del alumnado que esperamos genere una puesta en valor del patrimonio natural de sus entornos locales. No hay que olvidar que ellos son los habitantes (nativos) de estos lugares y que desarrollar competencias en la conservación de espacios puede ayudar de forma muy efectiva a la conservación de un lugar convirtiéndose el lugar en un punto de partida para la defensa de la naturaleza (Escobar, 2001).

Las actividades se presentaron como una problemática real en un ámbito próximo (local), con interacciones con su ámbito social y de fácil integración en una clase. Esto estimuló a los estudiantes en la búsqueda de soluciones (Patronis et al, 1999). Por otro lado, un contexto próximo permitió que este tipo de actividades se lleven a cabo dentro de un contexto de clase normal, sujetas a cuestiones estructurales como los horarios del alumnado, sesiones de cincuenta minutos, etc.

Creemos que este tipo de actividades contextualizadas podrían ser parte de la solución al problema denominado por Uzzell (2000) hipermetropía ambiental quien hace referencia con este término a que parece que la percepción de los problemas ambientales desciende gradualmente a medida que el ámbito se hace más próximo. Esperamos también que la actividad pueda contribuir a un "empoderamiento ambiental" a la hora de asumir nuestra responsabilidad en la toma de decisiones sobre cuestiones ambientales e inspire a otros docentes a diseñar actividades de estas características.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, J. A. (2006). Relevancia de los factores no-epistémicos en la percepción pública de los asuntos tecnocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 370-391.

Baumgartner, E. & Zabin, C. J. (2008). A case study of project-based instruction in the ninth grade: a semester-long study of intertidal biodiversity. *Environmental Education Research*, 14(2), 97-114.

Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 48(3), 287-312.

Escobar, A. (2001) Culture sits in places: reflections on globalism and subaltern strategies of localization. *Political Geography*, 20, 139-174.

España, E. & Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 345-354.

García, J. & Martínez, F. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias* 28 (2), 175-184.

Jiménez Aleixandre, M.P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 203-216.

Kassas, M. (2002). Environmental education: biodiversity. *The Environmentalist*, 22(4), 345-351.

Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Junge, X., Köhler, K., Mayer, J., Nagel, U., Raper, G., Schüle, D., Kadji-Beltran, C. (2009) The integration of biodiversity education in the initial education of primary school teachers: four comparative case studies from Europe. *Environmental Education Research* 15, 17-37.

Lucas, A.M. (1980). The role of science education in the education for the environment. *Journal of Environmental Education*, 12(2), 32-37.

Patronis, T., Potari, D. & Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision making on a socio-scientific issue: Implication for teaching. *International Journal of Science Education*, 21, 745-754.

Rychen, D.S. y Salganik, L.H. (2003). Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico. Málaga: Ediciones Aljibe. Citado en COSCE (2011) Informe Enciende. Ministerio de Ciencia e Innovación.

Sargatal, J. (2003). Els principis de la seducció ambiental. *Escola catalana*. 397, 14-16.

Sargatal, J. (2006). L'home i l'animal. Els principis de la seducció ambiental. En: Garí, Clara. *Vida Perra* (pp 40-43). Col. *Cromos de Geografia humana*. Edicions de la Nau Còclea.

Uzzell, D. (2000). The psycho-spatial dimension to global environmental problems. *Journal of Environmental Psychology*, 20(4), 307-318.

“Las patatas pueden crecer en el aire”:

KidsINNscience

Otero, S.², Blanco Anaya, P.¹, García-Rodeja, I.¹, González S.³, Real, S.⁴,
Taboada, F.⁵, Valiño, L.⁶, Vázquez D.⁷ y Vidal, A.⁵

¹ *Dep. Didáctica de las ciencias experimentales, Universidad de Santiago de Compostela. paloma.blanco@usc.es*

² *CPI Camiño de Santiago, O Pino*

³ *Escuela unitaria de Rianxo*

⁴ *CEIP Praia Xardín, Boiro*

⁵ *CEIP Pío XII, Santiago de Compostela*

⁶ *CRA, Escuela unitaria de Rianxo*

⁷ *CEIP Monte dos Postes, Santiago de Compostela*

RESUMEN

El proyecto europeo KidsINNscience pretende desarrollar estrategias de adaptación para facilitar la innovación de la educación científica en contextos formales e informales. En este trabajo se presenta el proceso de adaptación de las propuestas y se describe la implementación de una práctica innovadora “las patatas pueden crecer en el aire” que se desarrolló en aulas de educación infantil.

Palabras clave

Educación Infantil, innovación educativa, educación científica, adaptación de propuestas, trabajo por proyectos.

INTRODUCCIÓN

Ante la demanda social por una mejora en la calidad educativa surgen proyectos como “KidsINNscience (KIS): turning kids on to science” con la principal finalidad de difundir e implementar actividades innovadoras para promover el interés en ciencia y tecnología en el alumnado. En este proyecto participa la Universidad de Santiago de Compostela además de otras nueve instituciones europeas y dos latinoamericanas.

Uno de los objetivos del proyecto es facilitar la innovación de la educación científica en contextos formales e informales al ayudar a la difusión de innovaciones y desarrollar estrategias de adaptación de dichas propuestas en diferentes países. Para ello se plantearon diferentes etapas. En la primera etapa, se realizó un análisis de los contextos educativos de cada país o región. En la segunda, cada institución agrupó un conjunto de propuestas innovadoras que se presentaron al resto de países. Se seleccionaron ochenta y una propuestas innovadoras donde un aspecto clave fue el aprendizaje basado en la indagación, pero también se tuvieron en cuenta otros aspectos como los relacionados con el género y las diferencias culturales. En la tercera fase cada país seleccionó un conjunto de actividades originadas en otros países para ser adaptadas e implementadas en el propio.

El propósito de este trabajo es dar conocer el proyecto y mostrar el proceso de adaptación e implementación ejemplificado en una de las actividades. La actividad adaptada tienen por título “Las patatas pueden crecer en el aire” y su referente original fue propuesto por la Università degli Studi Roma Tre (Italia).

El trabajo se estructura en los siguientes apartados: innovación en la enseñanza de la ciencia en la educación infantil, donde se pone de manifiesto la necesidad de propuestas de innovación educativa para la enseñanza de la ciencia en estos niveles. A continuación y bajo el epígrafe, adaptación de la propuesta de innovación a un nuevo contexto educativo, se describe de forma somera el escenario educativo, los participantes y el proceso de adaptación. En el apartado, implementación de la propuesta de innovación, se describen la secuencia de actividades llevadas a cabo. Por último, en el apartado conclusiones se hace una reflexión sobre la implementación, los logros en el aprendizaje de los niños y la importancia de la implicación de las maestras en todo el proceso.

LA INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA EN EDUCACIÓN INFANTIL

La innovación suele entenderse como un proceso de cambio en las formas de entender la enseñanza y el aprendizaje, y que afecta a las ideas de qué es enseñar y qué es aprender, a la práctica educativa y a las estrategias de enseñanza. Cada vez son más los docentes que se preocupan por innovar e integrar las nuevas tendencias educativas en las clases. Sin embargo, muchas veces, propuestas de innovación valiosas que pueden ser inspiradoras para otros docentes no se difunden suficientemente o no se adaptan de forma adecuada a los diferentes contextos educativos. El proyecto “KidsINNscience (KIS): turning kids on to science” pretende contribuir a la difusión e implementación de actividades innovadoras que ayuden a promover el interés en ciencia y tecnología en el alumnado. Dicho proyecto analiza además el proceso de adaptación de las propuestas a los diferentes contextos educativos.

La mayoría de las propuestas innovadoras recopiladas y seleccionadas en este proyecto están pensadas para la enseñanza secundaria, solo diecinueve para la enseñanza primaria y únicamente seis para educación infantil. De alguna forma estos datos ponen de manifiesto la falta de propuestas innovadoras en la enseñanza de las ciencias en la educación infantil. Sin embargo, son muchos los autores que señalan la importancia de introducir actividades de ciencias en estos niveles. Por ejemplo Eshach (2006) considera que las actividades de ciencias basadas en la indagación a edades tempranas puede ayudar a desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia; además el contacto con los fenómenos científicos puede conducir a una mejor comprensión de los conceptos que estudiarán más adelante de una manera más formal, y hace hincapié en la importancia de aprovechar la curiosidad innata de los niños al darles la oportunidad de participar en actividades donde pueden hacerse preguntas, hacer observaciones, sacar conclusiones de la experiencia, etc. Pero evidentemente no todas las actividades de ciencias son apropiadas para educación infantil. Arias et al. (2009) abogan por el trabajo por proyectos ya que supone un enfoque globalizado o interdisciplinar que favorece la construcción del conocimiento y la consecución de las competencias básicas, asegurando que el aprendizaje sea significativo y contextualizado.

Las actividades o prácticas innovadoras incluidas en el proyecto KidsINNscience deben ser adaptadas a cada contexto educativo donde se implementan tendiendo en consideración el contexto y los posibles intereses del alumnado.

Además, deben utilizar estrategias enseñanza-aprendizaje basada en la indagación para promover la participación de los estudiantes en las prácticas científicas. La equidad de género para comprometer a las niñas con la ciencia y la tecnología y la diversidad cultural teniendo en cuenta, por ejemplo, los países de procedencia de los estudiantes son otros aspectos que se tuvieron en cuenta a la hora de seleccionar las actividades de innovación.

ADAPTACIÓN DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

La práctica innovadora adaptada que se describe más adelante lleva por título “las patatas pueden crecer en el aire”. Esta actividad fue seleccionada por las maestras que colaboran en el proyecto entre las actividades aportadas por los socios de las instituciones de los diferentes países que participaban en el proyecto. Una de las razones por las que esta actividad fue seleccionada fue la pertinencia del tema a tratar en el contexto cultural de los estudiantes.

La actividad se implementó en cinco centros educativos de Santiago de Compostela y zonas rurales de la comarca. En esta comunicación se describe el proceso de adaptación realizado por el grupo de maestras y la implementación en el aula.

En relación a los participantes, en primer lugar señalar que las maestras trabajan en diferentes centros educativos pero entre ellas intercambian experiencias e ideas sobre cómo y qué enseñar lo que produce cambios en sus prácticas educativas, conformando por tanto, lo que se denomina un grupo de innovación educativa. Estas maestras siguen habitualmente una metodología de trabajo por proyectos donde la idea central es que los niños formen parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje. Otra característica común en este grupo es el interés por introducir actividades de ciencias en educación infantil. Los niños tenían edades comprendidas entre los 3 y los 5 años al inicio del curso escolar.

Durante la implementación de las actividades se tomaron datos de forma periódica mediante grabaciones de audio y de video, junto con anotaciones realizadas por una investigadora. Estos datos se han utilizado para describir la implementación de las actividades y serán analizados con mayor profundidad para posteriores trabajos.

Siguiendo la perspectiva de Jiménez-Aleixandre y Eirexas (2010) la adaptación de una propuesta de innovación se considera un proceso dinámico, que puede variar en función del contexto y de las necesidades e intereses de los estudiantes. Durante dicho proceso pueden surgir nuevas ideas que se pueden incorporar a la propuesta.

Como ya se ha indicado la propuesta seleccionada es original de la Universidad Roma tres. La adaptación de la propuesta italiana se realizó con la colaboración del grupo de maestras que la implementarían posteriormente en el aula.

Algunas de las diferencias más importantes entre la actividad original y la adaptación (ver anexo) es que, mientras la propuesta italiana estaba centrada en el concepto de diversidad, en nuestra adaptación se priorizaron los aspectos culturales y los conocimientos relacionados con el cultivo.

Una de las modificaciones en el proceso de adaptación fue el cambio del título de la actividad. El título original de la propuesta era “Las patatas no pueden crecer en los árboles” y se decidió cambiar por un nuevo título “Las patatas pueden crecer en el aire”. La razón para esta modificación fue que las maestras consideraron que, en el

ambiente cultural en el que crecen los niños de sus escuelas, se presupone que el proceso de plantación y recogida de las patatas les resulta familiar. Pero el cambio de título supuso además una modificación en las actividades. Una de las actividades más novedosas en la adaptación fue la plantación de las patatas mediante aeroponía (plantación sin tierra, con las raíces al aire y regándolas con agua abonada).

Sin embargo se mantienen aspectos como la patata común como objeto cultural sobre el cual se puede reflexionar, discutir, aprender y organizar experiencias. Además, como en la propuesta original, se realizan actividades para observar el ciclo de vida de estas plantas. Otro aspecto muy importante que se mantiene en la propuesta es la metodología utilizada basada en la discusión de ideas e hipótesis para llegar a una conclusión común y se promueve un contacto directo con el objeto de estudio a través de actividades manipulativas. Al igual que en la propuesta original las producciones realizadas por los niños se utilizan para reflexionar sobre lo aprendido y también como medio de evaluación que se realiza durante la actividad.

IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

Con implementación de la propuesta de innovación nos referimos al desarrollo de la práctica educativa en la escuela, desde el primer día hasta la evaluación final. Esta etapa requirió de un gran esfuerzo por parte de las maestras al tener que preparar materiales, buscar información y conseguir involucrar a las familias.

En el anexo se puede ver el conjunto de actividades llevado a cabo en el aula. Las actividades se duran durante tres meses lo que supuso un total de treinta sesiones de trabajo. Para la descripción de la implementación se utilizan los datos tomados durante ocho sesiones espaciadas de forma equitativa desde el comienzo de la actividad. Dichas sesiones se describen a continuación.

Una característica importante de las actividades de indagación es que los estudiantes formen parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje para lo cual se utilizó una estrategia que se basa en la regulación y autorregulación del aprendizaje (Jorba y Casellas, 1997).

En la primera sesión, y a modo de introducción, las profesoras prepararon un regalo para los niños: “La familia de las patatas”. Mientras los niños y niñas se divertían con los muñecos la maestra les preguntaba cosas sobre las patatas: cómo se cocinaban en sus casas, quién las cocinaba, si sabían dónde se cultivaban... Un extracto de dicha sesión se transcribe a continuación:

Niña: son juguetes patata, pero no son para comer

Maestra: pero ¿no son para comer? Pues las patatas que conocemos ¿para qué son?

Niñ@s: Para comer

A partir de ahí, la maestra les pregunta cómo les gustan las patatas, fritas, cocidas...

En la segunda sesión analizada se les preguntó “¿qué sabemos acerca de las patatas? ¿qué queremos aprender?” (Ver figura 1). Con este tipo de preguntas se pretendió favorecer la autorregulación de los aprendizajes al involucrarlos en la definición de los objetivos favoreciendo que se comprometiesen con las actividades.

¿QUÉ SABEMOS?	¿QUÉ QUEREMOS SABER?
<ul style="list-style-type: none"> - Vino de América. La trajo Colón, que fue quien descubrió América - Unas patatas tienen arrugas porque son viejas y las que no tienen son nuevas - Nacen debajo de la tierra - Tienen raíces y tallo - Las patatas nacen pegadas a las raíces - Para comer patatas tenemos que quitarles las raíces y el tallo - Manchan porque tienen tierra - Son de distinta raza - Cuando tienen raíces no se pueden cortar - Son duras, son ovaladas 	<ul style="list-style-type: none"> - En qué sitio de América Colón descubrió las patatas - Cuáles son las raíces y cuáles los tallos - Si a las raíces les pueden nacer hojas - Cómo se plantan las patatas para que crezcan otras patatas

Figura 1. Definiendo los objetivos de la actividad

La maestra apuntó las respuestas más relevantes en una tabla (fig. 1). A continuación solicitó a los niños que con ayuda de sus familiares buscaran información sobre lo que querían aprender, bien preguntando directamente a los adultos, o bien solicitando ayuda para buscar en libros o en Internet.

Además cantaron canciones tradicionales de las patatas: “A la rueda de la patata comeremos ensalada como comen los señores naranjas y limones”, aprendieron refranes y, lo más importante, hablaron de cómo se cultivaban las patatas. Por ejemplo, una niña comenta que la luna tiene que estar de “D” para plantarlas patatas. Las patatas para plantarlas tienen que tener los “grellos”.

A continuación, realizaron la primera plantación de las patatas en una caja grande con tierra e iniciaron el “diario de la patata”, en el que escribirían todos los cambios apreciados en la plantación: crecimiento del tallo, número de hojas, veces que la regaron, cuando aparecieron las flores, etc.

La siguiente sesión grabada fue la que da nombre a la práctica, puesto que en ella realizaron la plantación de patatas por aeroponía, sin sustrato. Esta actividad resultó muy novedosa y con ella los niños y niñas aprendieron que las plantas toman el agua y algunos nutrientes por las raíces. Además, junto con la maestra analizaron las ventajas e inconvenientes de este tipo de cultivo.

En las sesiones quinta, sexta y séptima de las que registramos los datos, la profesora se llevó a los niños al invernadero para que realizaran una plantación tradicional y el seguimiento de las mismas (regarlas, quitar las malas hierbas, etc.)

Además de la plantación en el invernadero, durante estas últimas sesiones realizaron otras actividades. A iniciativa de uno de los padres que llevó fotografías de células vegetales y les proporcionó un microscopio, los niños realizaron observación de las células de la patata. Posteriormente la maestra les explicó que el almidón de la patata era lo que nos proporcionaba energía y para mostrar que tiene almidón empleó el lugol. Esto derivó en que al día siguiente los niños y niñas llevaran a la escuela varios tipos de comida (jamón cocido, chorizo, galletas) con el fin de comprobar si también

tenían o no almidón. Tanto en ésta actividad como en la actividad del microscopio la implicación de los niños fue muy alta.

Otra sesión grabada consistió en una de las actividades más divertidas para los alumnos: la recogida de las patatas en el invernadero. Con estas patatas cultivadas por los propios niños y niñas, celebraron la fiesta de la patata con ayuda de las madres y padres, quienes cocinaron tortilla de patatas, patatas fritas, etc.

Pero antes de dar por finalizada la práctica innovadora, se les realizó una evaluación a los niños y niñas. Esta evaluación constaba de preguntas acerca de lo que aprendieron durante los últimos 3 meses acerca de las patatas. Estas preguntas se realizaron de forma individual y en ella se comprobó que recordaban desde los tipos de patatas que consumimos hasta que el almidón nos proporciona energía, pasando por el procedimiento a seguir si queremos plantar las patatas, tanto de forma tradicional como mediante aeroponía. A continuación se muestra un extracto de las respuestas de dos niñas y dos niños al preguntarles acerca de las actividades realizadas:

Investigadora: Pero hicisteis muchas otras cosas, recuerdas? Recogisteis información, cantasteis, dibujasteis, vinisteis al invernadero, mirasteis las células de la patata al microscopio...

Niña 1: Si, los hongos se comen las bolsitas de almidón

Investigadora: ¿Y tú sabías plantar las patatas antes de ver lo en la clase?

Niña 2: Si

Investigadora: Y ¿cómo se hace?

Niña 2: Primero tienes que sacharlas después meter una patata echarle una... como si fuera comida...pero no sé como se llama

Investigadora: ¿Y de qué forma las plantasteis?

Niño 1: Con tierra

Investigadora Pero también otra forma, recuerdas?

Niño 1: Si, en aeroponía, pero ahora nos estamos olvidando de regarlas

Investigadora: Y ¿qué tipos plantasteis?

Niño 2: Las patatas de Galicia y las Kennebec

Investigadora: Y ¿en qué se diferencian unas de las otras?

Niño 2: En que las de Galicia son blancas y las Kennebec amarillas

CONCLUSIONES

Consideramos que la alta implicación de las maestras durante todo el proceso de adaptación, diseño e implementación de las actividades fue crucial. La motivación y la implicación de los niños y niñas durante la implementación fue muy significativa, tanto a la hora de hacer trabajos en el aula como en la búsqueda de información fuera del centro educativo. Las familias se implicaron también en la actividad al ser fuente de información; sobre todo los abuelos y las abuelas de los niños. Además la familia ayudó a los niños a conseguir información en libros y fundamentalmente internet.

La documentación recogida (observaciones y grabaciones de las conversaciones de los niños durante las actividades) que sirvió para la descripción de la implementación muestra el interés y el entusiasmo de los niños al realizar las actividades.

Por ello y junto a los resultados de las evaluaciones de los niños y niñas, podemos concluir que aprendieron de forma significativa, pero no únicamente contenidos de

relacionados con las ciencias si no que éste fue el pretexto en el que trabajar otras competencias como la competencia lingüística y matemática, a la vez que la científica.

BIBLIOGRAFÍA

Arias Correa, A., Arias Correa, D., Navaza Blanco, M.V. y Rial Fernández, M.D. (2009). *O traballo por proxectos: en infantil, primaria e secundaria*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.

Eschach, H. (2006). *Science Literacy in Primary Schools and Pre-Schools*. Dordrecht: Springer.

Gambini, A. (2009). Potatoes don't grow on trees. *Roots*, 6(2), 18-20.

Jiménez-Aleixandre, M. P. y Eirexas Santamaría, F. (2010). Deliverable N° 4.1: Adaptation of innovative methods in science education. Último acceso el 22 de marzo de 2012, desde www.kidsinnscience.eu

Jorba, J. y Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Barcelona: Síntesis.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto europeo “KidsINNscience (KIS): turning kids on to science” financiado por el séptimo programa marco, código SIS-CT-2010-244265.

A María Pilar Jiménez Aleixandre, investigadora responsable del proyecto KidsINNscience en la universidad de Santiago de Compostela, por su contribución en esta comunicación.

ANEXO: Las patatas pueden nacer en el aire

Adaptación de la práctica innovadora de Roma 3 “Las patatas no crecen en los árboles”, de Annastella Gambini, Universidad de Milán.

Objetivos:

- a) familiarizar a los niños y niñas con la diversidad de los seres vivos, promover el respeto por todas las formas de vida y actitudes de conservación
- b) Favorecer que participen en el trabajo experimental, la indagación
- c) Que los niños y niñas aprendan algunos conceptos básicos sobre las partes de una planta como la patata, las características de los tubérculos, su crecimiento, etc.
- d) desarrollar la transformación de un objeto de la vida diaria, ‘la patata’, en un objeto cultural, sobre el que se puede reflexionar juntos y compartir experiencias, como plantar patatas y verlas crecer.

A éstos añadimos, en el caso de Galicia:

- e) poner de manifiesto el importante papel de las patatas en Galicia, tanto en la alimentación y gastronomía, como en el folclore, canciones y cuentos, y en la economía.
- f) Valorar la calidad de la “patata gallega”.

Actividades iniciales (la parte que se mantiene del original)

- ¿Qué ideas tienen los niños y niñas sobre las patatas? (la expectativa es que el alumnado de las escuelas situadas en zonas más rurales tengan conocimientos más apropiados que los de zonas urbanas).
- ¡Cuántas patatas distintas!

Cien patatas (en el original usan 300) de distintos tipos, colores y procedencias, en el suelo del aula. Juego de exploración, identificación de las diferencias, escoger alguna para las siguientes actividades.

- Dibujar la patata y ponerle nombre a la patata escogida. Discusión sobre la diversidad.
- Hacer carimbos con patatas, dibujando figuras en ellas.
- Plantar patatas en el invernadero de la escuela y observar su desarrollo: esto se llevará a cabo en la primavera.

Actividades nuevas

- ¿Qué canciones y cuentos conocemos de las patatas?

Por ejemplo ‘Arroz con chícharos / patatas nuevas’, ‘El corro de la patata’

- ¿Qué es lo que nos alimenta de la patata? El almidón y su reconocimiento mediante la práctica con Lugol (el almidón adquiere color azul-violeta).
- ¿Qué es lo que mantiene pegada a la tortilla de patatas? El almidón y sus propiedades

Actividad de fabricación de engrudo. En las aldeas antes no había pegamento, se frotaban dos papeles con una patata cortada cuando se querían pegar. Fabricamos engrudo pelando una patata, triturándola en crudo (por ejemplo con una minipimer) e poniéndola en un matraz de laboratorio. Se añade agua y se agita bien. Se filtra (con una tela o con papel de filtro) para eliminar los fragmentos de patata. Después se deja reposar el líquido hasta que el almidón se deposita en el fondo. Se decanta, eliminando la mayor parte del agua. De una patata grande (250g) se obtienen más o menos 50 g (comprobar) de almidón. Si a esos 50 g se les añaden, primero unos 20 ml de agua para disolverlo en frío, y después 180 ml (en total 200 ml, un vaso) y se hierve, sin dejar de remover, obtenemos el engrudo. Si se quiere menos espeso, pueden añadirse otros 200 ml. Puede usarse para hacer algún objeto de papel maché.

- ¿Comemos una planta venenosa?

La patata contiene sustancias tóxicas en las partes que no comemos.

- Observamos la célula de la patata en el microscopio

Diseño de una propuesta didáctica para usar las analogías en el aula

Pastor Ruiz, P.J. (*Estudiante del Máster de Profesorado, UMU, pedro84murcia@hotmail.com*)

González González, B.M. (*Catedrático de Física y Química de E. Secundaria en el IES El Palmar de Murcia, Dpto. Didáctica de las CCEE, UMU*)

RESUMEN

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia que ha conformado el Trabajo Fin de Máster (TFM) realizado durante el pasado curso escolar en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Murcia. La revisión bibliográfica llevada a cabo para su realización nos ha permitido afirmar que la analogía puede contribuir a enseñar modelos y a desarrollar capacidades de modelización, puede considerarse como un recurso didáctico útil para aplicar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, facilita la visualización de los conceptos teóricos abstractos, facilita el recuerdo de la información y su contextualización, que favorece una disposición positiva hacia el aprendizaje, permite construir el conocimiento y desarrollar el pensamiento creativo y, por tanto, que contribuye a que el alumno tenga un aprendizaje significativo. Nos ha permitido explicitar los aspectos didácticos que deben tener en cuenta los profesores y autores o editores de libros de texto en sus explicaciones utilizando analogías y contrastarlos con los datos experimentales obtenidos del análisis de los libros de texto de 3º y 4º de Física y Química de la ESO, publicados con posterioridad a la LOE, de cuatro de las editoriales de mayor arraigo a nivel nacional: ANAYA, OXFORD, SANTILLANA y SM. El trabajo de investigación concluye con la explicitación de una propuesta didáctica para desarrollar la analogía en el aula, en relación con el bloque de contenidos de electricidad en la materia de Física y Química de 3º de ESO, y con el tópico de circuitos eléctricos sencillos.

La limitación de la extensión con que podemos comentar el trabajo de investigación nos obliga a centrarnos en la explicitación de la propuesta didáctica, que pretende dar respuesta a uno de los problemas planteados en la investigación: ¿Qué propuestas de mejora debemos tener en cuenta para utilizar la analogía en el aula?

Palabras clave: Educación Secundaria; libros de texto; analogías; aprendizaje significativo; propuesta didáctica.

REVISIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS Y MARCO TEÓRICO

Son numerosos los trabajos que se han realizado sobre los libros de texto en la Enseñanza Secundaria, de manera que podemos encontrar investigaciones que se han desarrollado desde perspectivas muy diferentes (tipos de actividades, ilustraciones, representaciones icónicas, selección de contenidos...). Sin embargo, son escasas las investigaciones que se han desarrollado sobre análisis de las analogías presentes en los libros de texto, como la llevada a cabo por González (2002). Este hecho contrasta con las investigaciones relacionadas con la concepción y estructura de la analogía y su utilidad didáctica, diseño de propuestas didácticas, o conocimientos profesionales que deben tener los profesores de ciencias sobre el uso de las analogías (Oliva, 2003), y que nos permiten afirmar que “Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos. Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia de conocimiento del análogo al tópico. Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario” (González, 2002).

Holyoak y Thagard (1989) coinciden en aceptar que el razonamiento analógico está relacionado con el contexto en el que se desarrolla la analogía, entendiendo por contexto los criterios que se tienen en cuenta a la hora de su presentación y desarrollo. El contexto -según los investigadores anteriores- no sólo facilita el razonamiento analógico sino que puede ser el responsable de éste tenga o no lugar. Las investigaciones llevadas a cabo por Holland y colaboradores (1986) dan buena prueba de la importancia del contexto al confirmar que en el acceso al análogo interviene la estructura del tópico ya que éste sólo tiene lugar cuando el alumno posee algún conocimiento de la misma. Investigaciones más recientes también consideran que el proceso de acceso al análogo está guiado por la estructura del tópico y proponen que el razonamiento analógico tiene lugar cuando se adopta el siguiente criterio: presentar el análogo después de la introducción del tópico, y corroboran la importancia del contexto en la presentación de la analogía al afirmar que el acceso al análogo tiene lugar cuando el alumno es consciente de la utilización de la analogía y de su intencionalidad didáctica, y cuando conoce la utilidad del análogo en la adquisición del nuevo conocimiento (Thiele y Treagust, 1995). Zook y Di Vesta (1991) argumentan que una percepción errónea sobre el propósito de la enseñanza con analogías puede originar errores conceptuales en el conocimiento del tópico, y que la analogía es efectiva cuando se tienen en cuenta los siguientes criterios: el alumno debe conocer la finalidad de la analogía antes de utilizarla, debe ser advertido de su presencia en el texto y debe ser advertido de sus limitaciones.

También es esencial en el proceso de acceso al análogo que éste sea accesible y familiar al alumno. De esta manera puede comprenderlo, compararlo con el tópico y confirmar la plausibilidad de la trama o relación analógica entre ambos. De hecho, el razonamiento analógico sólo es posible -tal como argumenta Duit (1991)- si el alumno conoce el análogo y no tiene errores conceptuales sobre él.

A modo de conclusión podemos decir que estos criterios contextuales deben ser tenidos muy en cuenta a la hora de presentar la analogía si lo que se persigue es garantizar que tenga lugar el razonamiento analógico. Es decir, que el análogo y el tópico no permanezcan divorciados y que no se produzca una transferencia inapropiada de conocimiento (González, 2005).

Perales y Jiménez (2002), en sus investigaciones relacionadas con las ilustraciones presentes en los libros de texto, argumentan que cuando dichas ilustraciones redundan la información contenida en el texto se produce un efecto positivo sobre el aprendizaje. La presencia de ilustraciones no facilita ni dificulta el aprendizaje de la información no ilustrada, es decir, la ayuda prestada por las ilustraciones es específica de la información textual que contienen. Las ilustraciones adecuadas ayudan a comprender el texto ilustrado, facilitan su memorización, especialmente a largo plazo, y permiten una gran variedad de funciones instructivas. Por lo tanto, facilitan el aprendizaje aportando un contexto en el que se organiza la información contenida en el texto.

Spiro y colaboradores (1989) proponen el uso de las analogías múltiples y argumentan que pueden funcionar como antídotos para evitar las equivocaciones o errores conceptuales causados por una simple analogía. Las analogías múltiples tienen un gran valor explicativo y deben emplearse siempre que se expliquen tópicos muy amplios y/o complejos para evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo.

En este sentido es muy interesante la investigación realizada por Gentner y Gentner (1983). Estos investigadores vieron la utilidad de las analogías en la explicación de los circuitos eléctricos. Además, demostraron que las analogías empleadas influenciaban considerablemente en el aprendizaje de los alumnos. Encontraron que dicho aprendizaje era bastante diferente cuando se empleaba como análogo un *fluido en movimiento* que cuando se empleaba un *grupo de personas en movimiento*. Estos hallazgos apuntan al hecho de que el esquema general del que la analogía proviene tiene una influencia significativa en los procesos de aprendizaje. De hecho, los alumnos que trabajaron con el fluido en movimiento como análogo tuvieron mejores

resultados con baterías, mientras que los que trabajaron con objetos en movimiento tuvieron mejores resultados con resistores. Dupin y Johsua (1989) encontraron hallazgos similares en el aprendizaje de la electricidad. Argumentaron que las analogías se utilizan para facilitar o ayudar al aprendizaje sólo en áreas específicas de un tópico amplio y complejo, por lo que las analogías múltiples son necesarias para ayudar al aprendizaje de dichos tópicos. La noción de corriente eléctrica es aceptada fácilmente por los alumnos, a partir de la analogía hidráulica, mientras que la de tensión eléctrica surge con dificultades. Por otro lado, al hacer uso de la analogía térmica encontraron que la noción de diferencia de temperatura para el concepto de tensión eléctrica está integrada más fácilmente que la de flujo de calor para el concepto de corriente eléctrica. Existe pues una complementariedad de las concepciones de los alumnos en estos dos dominios, hecho por el que apoyándose en la noción de diferencia de temperaturas estos investigadores proponen introducir el de tensión eléctrica.

Zamorano, Gibbs y Viau (2004) apuntan a que si bien la analogía más utilizada para explicar el circuito eléctrico es la de un circuito hidráulico, no resulta intuitivo para los alumnos representar la diferencia de potencial como una diferencia de presión. Abogan estos investigadores por analogías más intuitivas, como la que se fundamenta en el movimiento de los alumnos por los pasillos y escaleras de un instituto, que les permitan disponer de un modelo conceptual previamente a los análisis cuantitativos del circuito eléctrico.

Los estudios bibliográficos anteriores confirman que el aprendizaje de significados a través de analogías está en función de cómo se usa dicha analogía, de quién la usa, a quien va dirigida y, por lo tanto, como se evalúa. La consideración detallada de todos estos factores, y no sólo de uno de ellos, permite lograr una comprensión más clara de la contribución de las analogías al aprendizaje de las Ciencias. Una analogía es solamente una herramienta de ayuda en el aprendizaje si el alumno comprende el análogo a fondo y si identifica la relación analógica entre el análogo y el tópico. Este proceso de comprensión, extracción y transferencia de relaciones idénticas debe ser conducido por el autor del material de aprendizaje o por el profesor.

La analogía casi siempre la presenta el docente, dentro de los cánones de enseñanza tradicional y no constructivista, surgen normalmente a partir de la improvisación en las clases, la transmisión es fundamentalmente oral y no se emplean recursos visuales (Oliva, 2003). Además, la analogía debe ser construida por los alumnos a través de actividades que han de realizar en el aula (Oliva 2006), como son completar la trama o relación analógica y encontrar los límites de la analogía. La analogía debe ser construida en el aula a través de la interacción entre el análogo y el tópico. Al igual que ocurre con los modelos científicos, tiene sus virtudes pero también sus limitaciones; de ahí que encontrar los rasgos útiles de una analogía y sus limitaciones resulte un buen entrenamiento para aprender a juzgar el valor de los modelos y las teorías de la ciencia. La toma de conciencia y la aceptación de las limitaciones que tienen las analogías puede facilitar a los alumnos ver la ciencia como un progreso del conocimiento, como una construcción no dogmática y humana, con limitaciones como cabría esperar de cualquier actividad humana, fundamentada en modelos que tienen un carácter aproximado y que pierden vigencia con el paso del tiempo (Glynn, 1991, Dagher, 1994)).

PROPUESTA DIDÁCTICA

Nuestra propuesta didáctica pretende ser coherente con las investigaciones y aportaciones que figuran en nuestra revisión de trabajos relacionados y marco teórico, así como con el diseño de la propuesta didáctica realizada por Sánchez, Valcárcel, González y De Pro (2008). Dichas aportaciones están relacionadas fundamentalmente con los siguientes aspectos:

- Consideración de los criterios contextuales pueden garantizar el razonamiento analógico (las analogías se localizan durante la fase de desarrollo de la secuencia de enseñanza; el formato de presentación de las analogías es pictórico-verbal; las analogías presentan

orientación analógica; las analogías se presentan simultáneamente al tópico; el nivel de abstracción es concreto (análogo) – abstracto (tópico); la relación analógica es semántica; el nivel de enriquecimiento ha sido alto, dado que la comparación entre análogo y tópico ha precisado tanto la descripción y explicación de las semejanzas como las limitaciones.

- Utilización de analogías múltiples y analogías extendidas en el análogo (se utilizan dos análogos, circuito hidráulico y alumnos en los pasillos de un IES, para un solo tópico, el circuito eléctrico).
- Construcción de la analogía por los alumnos a través de actividades que han de realizar en el aula y que tengan en cuenta sus conocimientos iniciales, que fomenten la iniciativa, el diálogo y la comunicación para compartir y negociar significados, la emisión de hipótesis, la discusión, el espíritu crítico, el establecimiento de conclusiones, la realización de inferencias, aplicar los nuevos conocimientos y revisar lo aprendido, y la elaboración y construcción de modelos.
- Utilización del *TWA Model* o Modelo de Enseñanza con Analogías (Glynn, 1991; Glynn, Duit y Thiele, 1995; Harrison y Treagust, 1993; Thiele y Treagust, 1995):

Comprende los siguientes pasos:

1.- Introducir el tópico. *El profesor en este paso presenta el tópico y ha de ser capaz de orientar y guiar a los alumnos para que describan el tópico más allá de los aspectos superficiales. Los alumnos deben describir su estructura, significado y utilidad. Este paso permite al profesor conocer las ideas previas y el conocimiento previo que los alumnos tienen del tópico.*

2. Introducir el análogo. *En este paso el profesor advierte a los alumnos de que se va a introducir, explicar y analizar la una situación análoga o semejante al tópico objeto de estudio, y que posteriormente se va a construir una analogía a partir de la estructura del análogo y de la estructura del tópico. Debe explicar a los alumnos la utilidad didáctica de la analogía. Es importante la participación de los alumnos en la descripción del análogo y de su estructura, así como comenzar a descubrir la semejanza entre el análogo y el tópico: en primer lugar la semejanza superficial y, posteriormente, la semejanza estructural. Es conveniente que los alumnos utilicen el análogo para realizar algunas predicciones y para descubrir algunas de sus limitaciones, ya que de esta manera se puede facilitar el posterior establecimiento de limitaciones de la analogía. Por último pide a los alumnos que, distribuidos en grupos, cumplimenten un cuadro en el que figuren los componentes, atributos y nexos del análogo.*

3. Identificar las características relevantes o comunes entre el tópico y el análogo. *En ese paso los alumnos, con la ayuda y guía del profesor, deben identificar la semejanza, tanto superficial como estructural, entre el análogo y el tópico. Se pretende con ello que los alumnos, a partir de la semejanza superficial que existe entre el análogo y el tópico, conciben la semejanza estructural existente entre ambos y que perciban esta última como aquella que da sentido y utilidad a la analogía.*

4. Establecer las correspondencias de similitudes entre el análogo y el tópico. *En este paso los alumnos deben construir las correspondencias de semejanza estructural que existe entre el análogo y el tópico. Se pretende que los alumnos descubran que la analogía es un recurso muy poderoso ya que es capaz de convertir lo abstracto en concreto, de ayudar a visualizar los fenómenos a través de imágenes, de fomentar la capacidad de abstracción y la creatividad científica a la hora de proponer modelos explicativos y predictivos.*

5. Establecer las limitaciones de la analogía. *En este paso se persigue que los alumnos identifiquen las limitaciones de la analogía que están presentes en las correspondencias de semejanza estructural que figuran en el cuadro anterior, con la finalidad de que no perciban la analogía como una identidad entre el análogo y el tópico y de que perciban que la ciencia y los*

modelos en los que se sustenta están en permanente revisión y construcción. Se trata, por tanto, de quitar dogmatismo a la ciencia, de hacerla más humana, de desarrollar en los alumnos una imagen más ajustada de lo que es la ciencia, fomentando el espíritu crítico.

6. Describir las conclusiones acerca del tópico. En esta fase se mejora la comprensión del tópico estableciendo conclusiones y predicciones. Los alumnos deben percibir la analogía como un recurso que permite realizar predicciones sobre nuevas situaciones, al igual que los modelos que sustentan la ciencia.

La propuesta didáctica, que forma parte de una unidad didáctica más amplia, se contextualiza en el tópico “Circuito Eléctrico” que se desarrolla en los contenidos relacionados con la “Electricidad”. Forma parte de los contenidos de Física y Química de 3º de Educación Secundaria Obligatoria.

Para la explicación de dicho tópico se utilizan dos análogos pictóricos, “Circuito Hidráulico” y “Alumnos en los pasillos del Instituto”. Las imágenes de dichos análogos son las que se muestran en las figuras 1 y 2.

El cuadro 1 muestra la secuencia de actividades. Los anexos 2 y 3 recogen la estructura completa de la analogía.

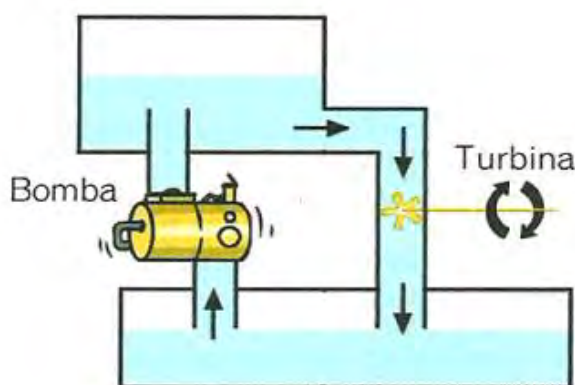


Figura 1. Física y Química 3º ESO, Ed. Santillana, pág.169

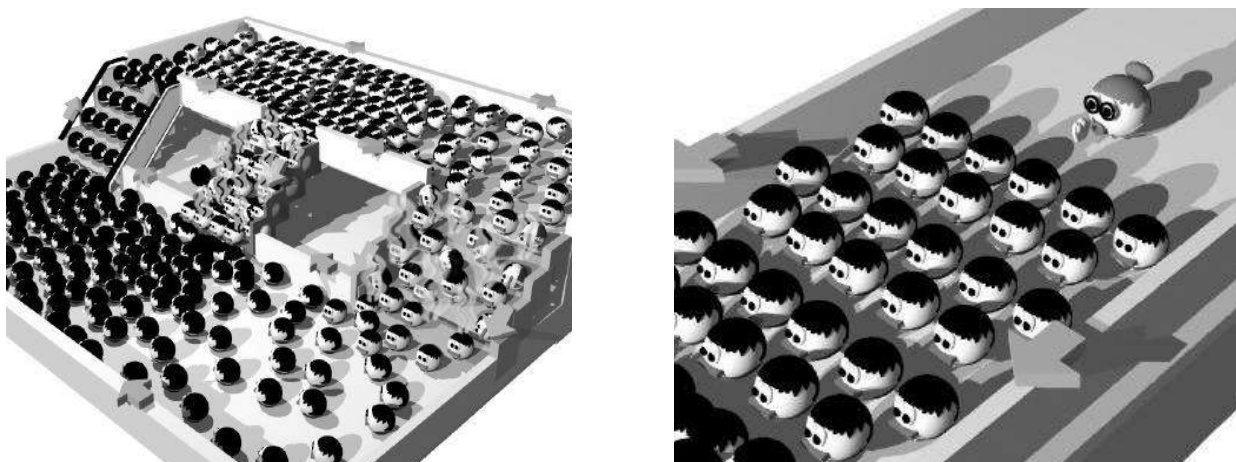


Figura 2. Zamorano y colb. Pág. 32

CIRCUITO ELÉCTRICO	
Tarea 1. Introducir el tópico (T)	Explicación del profesor. Sabemos que... (circuito eléctrico) Elementos de un circuito eléctrico sencillo: generador, conductor, interruptor y una o varias bombillas. Detección de ideas previas Explicitación de ideas del alumnado respecto a los posibles modelos alternativos: unipolar, concurrente, atenuación, reparto
Tarea 2. Introducir el primer análogo (A ₁)	Explicación del profesor. Imaginamos que... (circuito hidráulico) Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Identificar características del circuito hidráulico Describir funcionamiento del circuito hidráulico Puesta en común. Clase: intercambio de información Organizar y completar el análisis sobre el análogo
Tarea 3. Identificar las características relevantes o comunes entre A ₁ y T	Lectura del contenido: circuito eléctrico Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Identificar características del circuito eléctrico Describir funcionamiento del circuito eléctrico Trabajo en grupo. Clase: intercambio de información Comparar ambos sistemas: "circuito hidráulico" y "circuito eléctrico"
Tarea 4. Establecer las correspondencias de similitudes entre A ₁ y T	Trabajo en grupo. Organizar y completar análisis: razonamiento analógico Cumplimentar el cuadro de semejanzas Puesta en común. Clase: intercambio de información
Tarea 5. Establecer las limitaciones de la analogía	Trabajo en grupo. Cumplimentar el cuadro de limitaciones Puesta en común. Clase: intercambio de información
Tarea 6. Describir las conclusiones acerca de T	Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Repasar y concluir las principales ideas. Predecir el funcionamiento del circuito eléctrico en serie y en paralelo (a partir de un circuito hidráulico con dos turbinas en serie y en paralelo, respectivamente)
Tarea 7. Introducir el segundo análogo (A ₂)	Explicación del profesor. Imaginamos que... (alumnos en los pasillos del instituto) Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Identificar características de los alumnos Describir comportamiento de los alumnos en los pasillos del instituto Puesta en común. Clase: intercambio de información Organizar y completar el análisis sobre el análogo
Tarea 8. Identificar las características relevantes o comunes entre A ₂ y T	Trabajo en grupo. Clase: intercambio de información Comparar ambos sistemas: "alumnos en los pasillos del instituto" y "circuito eléctrico"
Tarea 9. Establecer las correspondencias de similitudes entre A ₂ y T	Trabajo en grupo. Organizar y completar análisis: razonamiento analógico Cumplimentar el cuadro de semejanzas Puesta en común. Clase: intercambio de información
Tarea 10. Establecer las limitaciones de la analogía	Trabajo en grupo. Cumplimentar el cuadro de limitaciones Puesta en común. Clase: intercambio de información
Tarea 11. Describir las conclusiones acerca del tópico	Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes. Repasar y concluir las principales ideas. Predecir el funcionamiento del circuito eléctrico en serie y en paralelo (a partir de un instituto con dos escaleras en serie y en paralelo, respectivamente)
Tarea 12. Modelización en ciencias	Trabajo en grupo. Reflexionar sobre el uso de modelos para explicar conceptos abstractos en ciencias Puesta en común. Clase: intercambio de información

Cuadro 1. Secuencia de actividades de la propuesta didáctica

BIBLIOGRAFÍA

- DAGHER, Z. (1994). Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change?. *Science Education*, 78 (6), pp. 601-614.
- DUIT, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75 (6), pp. 649-672
- DUPPIN, J. y JOSHUA, S. (1989). Analogies and Modeling Analogies in Teaching-Some Examples in Basic Electricity. *Science Education*, 73 (2), pp. 207-224.
- GENTNER, D. y GENTNER, E.R. (1983). Flowing waters or treeming crowds: Mental models of electricity. *Mental models*, Gentner & A. L. Stevens (Eds.), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- GLYNN, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching with Analogies Model. *The Psychology of Learning Science*. Glynn, S.;Yeany, R.; Britton (Eds.), 10, pp. 219-240.
- GLYNN, S., DUIT, R. y THIELE, R. (1995). Teaching with analogies: A strategy for constructing knowledge. *Learning science in the schools: Research reforming practice*. S. Glynn & R. Duit (Eds.), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 247-273.
- GONZÁLEZ, B.M. (2002). *Las Analogías en el proceso Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza*. Tesis Doctoral. La Laguna: Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna.
- GONZÁLEZ, B.M. (2005). *La analogía y su presentación en los libros de texto de Enseñanza Secundaria*. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Número Extra, año 2005, ISSN 0212-4521, Granada.
- HARRISON, A. y TREAGUST, D. (1993). Teaching With Analogies - A Case Study in Grade 10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), pp. 1291-1307.
- HOLLAND, J.; HOLYOAK, K.; NISBETT, R. y THAGARD, P. (1986). *Induction: Processes of inference, learning and discovery*. Cambridge MASS: MIT Press.
- HOLYOAK, K.; THAGARD, P. (1989). Analogical Mapping by Constraint Satisfaction. *Cognitive Science*, 13, pp. 295-355.
- OLIVA, J. M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula, en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero1/Art2.pdf>>.
- OLIVA, J.M. (2006). Actividades para la enseñanza - aprendizaje de la Química a través de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), pp. 104-114.
- PERALES, F.J. y JIMÉNEZ, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 369-386.
- SÁNCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M.V.; GONZÁLEZ, B.M.; PRO, A. (2008). Diseño de una propuesta didáctica: uso de varias analogías para la comprensión del modelo cinético particular. XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería.
- SPIRO, R., FELTOVICH, P., COULSON, R. y ANDERSON, D. (1989). Multiples analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. *Similarity and Analogical reasoning*, S.Vosniadou y Ortony (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 498-531.
- THIELE, R., VENNVILLE, G. y TREAGUST, D. (1995). A Comparative Analysis in Secondary Biology and Chemistry Textbooks Used in Australian Schools. *Research in Science Education*, 25 (2), pp. 221-230.
- VIDAL F. y colb. (2010). Física y Química 3º ESO. *Editorial Santillana, Vol.2, Madrid*.
- ZAMORANO, R., GIBBS H., VIAU J. (2004). Modelaje analógico en la enseñanza de circuitos de corriente continua. *Journal of Science Education*, 1 (7), pp. 30-33.
- ZOOK, K. y DI VESTA, F. (1991). Instructional Analogies and Conceptual Misrepresentations. *Journal of Educational Psychology*, 83 (2), pp. 246-252.

Anexo 1. ANALOGÍA DEL CIRCUITO HIDRÁULICO PARA EXPLICAR EL CIRCUITO ELÉCTRICO

CIRCUITO HIDRÁULICO		CIRCUITO ELÉCTRICO		
COMPONENTES	Vaso o recipiente superior, Vaso o recipiente inferior, agua, bomba, turbina, tubería	Pila, Cargas eléctricas, Cable conductor, bombilla		
	El agua circula por la tubería desde el recipiente superior hacia el recipiente inferior			
	La corriente del agua en el circuito cerrado provoca que la turbina gire	La corriente eléctrica en el circuito cerrado provoca que la bombilla se encienda		
	Por la tubería circula un caudal de agua constante	Por el cable conductor circula una corriente eléctrica constante		
	A mayor sección de la tubería, mayor caudal			
	La bomba necesita energía para funcionar	La pila necesita energía para funcionar		
	La bomba restablece el desequilibrio entre los dos recipientes para que el agua pueda seguir circulando			
	Si la bomba deja de funcionar porque no tiene energía, el nivel de agua en los dos recipientes se equilibra, el agua deja de circular y la turbina se detiene	Si la pila "se agota" no tiene energía, la corriente eléctrica deja de circular y la bombilla se apaga		
	Fuente de presión (provocada por una diferencia de altura en el nivel de agua de los dos recipientes) aportada por la bomba	Generador eléctrico, pila o fuente de tensión		
	Diferencia de presión entre dos puntos (provocada por una diferencia de altura en el nivel de agua de los dos recipientes)	Voltaje, diferencia de potencial o tensión		
Energía que proporciona la bomba para restablecer el desequilibrio entre los dos recipientes con agua	Fuerza electromotriz de la pila			
Tubería por la que circula el agua	Cable conductor por el que se mueven los electrones			
Cantidad determinada de agua	Carga eléctrica			
Caudal de agua	Intensidad de corriente eléctrica			
La energía de la corriente de agua se emplea en mover la turbina	La energía de la corriente eléctrica se emplea en encender la bombilla			
Difficultad que encuentra el agua para circular por la tubería	Resistencia eléctrica			
Cualquier aparato que opera con el movimiento del agua	Funcionamiento (encendido) de la bombilla en el circuito eléctrico			
El agua se mueve desde el extremo de mayor presión al de menor presión	Las cargas eléctricas se mueven desde el extremo de mayor potencial al de menor potencial			
Limitaciones				
Las moléculas de agua se desplazan por la tubería en contacto unas con otras	Los electrones pueden tirar de otros electrones distantes a través de sus campos			
Cuando se produce una rotura de la tubería, el agua se derrama y continua circulando fuera del circuito hidráulico a pesar de que el circuito ha quedado abierto	La rotura en el circuito eléctrico provoca una parada completa en el flujo de electricidad. Cuando cortamos un cable los electrones no se "derraman", el circuito queda abierto y cesa la corriente eléctrica			
La velocidad de arrastre del agua en el circuito hidráulico puede ser muy grande	La velocidad de arrastre en el circuito eléctrico de corriente continua es relativamente pequeña: 1 mm/s. Son pocos los electrones que se desplazan			
La apertura del grifo pone en movimiento o en marcha el flujo de agua	La apertura de un interruptor corta el flujo de electricidad			

Anexo 2. ANALOGÍA DEL IES PARA EXPLICAR EL CIRCUITO ELÉCTRICO

ALUMNOS EN LOS PASILLOS DE UN INSTITUTO		CIRCUITO ELÉCTRICO
COMPONENTES	Alumnos, pasillos del instituto, escalera, escalera mecánica, Jefe de Estudios (JE)	Pila, Corriente eléctrica, Cable o hilo conductor, bombilla
ATRIBUTOS	<ul style="list-style-type: none"> Los alumnos están en los pasillos del Instituto amontonados y desordenados. Ante la voz de mando del JE circulan por dichos pasillos y bajan por la escalera Las escaleras unen puntos de diferentes alturas La escalera mecánica necesita energía. Si se detiene, no circulan alumnos 	<ul style="list-style-type: none"> La corriente eléctrica en el circuito provoca que la bombilla se encienda La pila necesita energía para funcionar Si la pila "se agota" no tiene energía, la corriente eléctrica deja de circular y la bombilla se apaga
NEXOS	<p>La cantidad de alumnos que hay en los pasillos es muy grande.</p> <p>En ausencia del JE los alumnos se mueven aleatoriamente, al azar, chocando unos con otros. No hay un movimiento neto de alumnos en una dirección determinada</p> <p>Los alumnos son obligados a circular desde un extremo del pasillo por la voz de mando del JE. Se establece un movimiento neto de traslación a lo largo del pasillo</p> <p>Las escaleras unen puntos de diferentes alturas, con una diferencia de energía potencial gravitatoria. La escalera al finalizar el pasillo lleva asociada una caída o diferencia de energía potencial gravitatoria en los alumnos</p> <p>La pérdida de energía potencial gravitatoria de los alumnos debe ser restablecida por la escalera mecánica que permitirá restituir a los alumnos nuevamente del nivel inferior al nivel superior para que continúen circulando en el mismo sentido bajo la voz de mando del JE</p> <p>El nº de alumnos que circulan por unidad de tiempo por los pasillos y escalera es etc.</p> <p>Al bajar la temperatura los alumnos tienden a entumecerse y a ordenarse dentro del pasillo, situación que facilitará lograr un movimiento de conjunto ante la voz del JE</p> <p>Al aumentar la temperatura los alumnos se sentirán inquietos, molestos y mostrarán mayor dificultad a tener un movimiento de conjunto ante la voz de mando del JE</p> <p>Si la sección transversal del pasillo disminuye, es decir, si el pasillo se estrecha, los alumnos estarán más apretados y será más difícil que tengan movimiento</p> <p>Cuanto mayor sea la longitud del pasillo mayor dificultad tendrán los alumnos para trasladarse a lo largo del mismo</p> <p>La naturaleza de la superficie del pasillo y los obstáculos presentes en él (bancos...) pueden dificultar o facilitar el traslado de los alumnos a lo largo del pasillo</p>	<p>La cantidad de electrones que hay en el material conductor es muy grande.</p> <p>En ausencia de campo eléctrico los electrones se mueven aleatoriamente, al azar, repeliéndose entre sí. No hay un transporte neto de electrones</p> <p>Los electrones son obligados a circular por la fuerza del campo eléctrico que crea la pila. Se establece un movimiento neto de traslación a lo largo del cable</p> <p>La bombilla, o cualquier resistencia eléctrica, une puntos con diferente energía potencial eléctrica o diferencia de potencial. La bombilla, o cualquier resistencia eléctrica, lleva asociada una caída o diferencia de energía potencial e</p> <p>La FEM de la pila permite restablecer la diferencia de potencial entre sus dos electrodos (+ y -) ya que separa cargas de distinto signo y las desplaza hasta dichos electrodos, permitiendo de esta manera crear el campo eléctrico responsable de la circulación de los electrones</p> <p>La intensidad de corriente eléctrica es constante</p> <p>A menor temperatura habrá una menor resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica dentro del hilo conductor</p> <p>A mayor temperatura habrá una mayor resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica dentro del hilo conductor</p> <p>La resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica es inversamente proporcional a la sección transversal del hilo conductor</p> <p>La resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica es directamente proporcional a la longitud del hilo conductor</p> <p>La resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica depende de la naturaleza del hilo conductor</p>

Limitaciones

Los alumnos del IES no son todos iguales. Difieren en tamaño, masa... y no tienen carga.	Los electrones son todos iguales, con la misma masa y con la misma carga negativa
El JE con su voz de mando y la escalera mecánica figuran como dos componentes distintos	La pila, un único componente, es la responsable de crear la diferencia de potencial y el campo eléctrico para que los electrones circulen
El movimiento de los alumnos tiene lugar en una superficie (2 dimensiones)	El movimiento de los electrones tiene lugar en todo el volumen del hilo conductor
El tamaño de los alumnos es grande si lo comparamos con la sección transversal del pasillo	El tamaño de los electrones es pequeño si lo comparamos con la sección del hilo conductor

OBSERVAMOS NUESTRO SOL. UNA ESTRATEGIA PARA EDUCACIÓN PRIMARIA

Pérez-Guzmán, C. y Vílchez-González, J. M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Campus de Cartuja. 18071. Granada. custodiopg@gmail.com y jmvilchez@ugr.es

RESUMEN.

Diversos estudios cuestionan el método de enseñanza-aprendizaje basado en la transmisión-recepción de contenidos, aflorando propuestas basadas en la indagación dirigida mediante el diseño de actividades acordes con el nivel de desarrollo cognitivo del discente y relacionadas con la vida cotidiana. Estas estrategias, desde una perspectiva constructivista del aprendizaje, permiten que el alumnado participe en la elaboración de sus propios conocimientos, además de atender cuestiones epistemológicas básicas relacionadas con la génesis y evolución del conocimiento científico. En esta comunicación presentamos una propuesta innovadora para abordar el aprendizaje del movimiento del Sol y la interpretación de las estaciones del año.

Palabras Clave. Educación Primaria, enseñanza por indagación, sistema Sol-Tierra.

INTRODUCCIÓN

La etapa de Educación Primaria es primordial en la formación del alumnado. En ella se comienzan a desarrollar y a afianzar las principales estrategias de aprendizaje que, posteriormente, le servirán para conseguir la adquisición y asimilación de los contenidos de etapas posteriores. A fin de cuentas, en eso consiste la competencia para aprender a aprender.

Diversos estudios vienen mostrando desde hace años que el alumnado de esta etapa educativa presenta, al finalizarla, importantes carencias formativas, algo que se refleja especialmente en las disciplinas científicas. Es cierto que *“la escuela es cada vez más compleja y heterogénea, ya que lo son los propios alumnos, el contexto social que la rodea, y porque los sistemas educativos intentan adaptarse a estos cambios realizando reformas curriculares, aunque conservando antiguas estructuras de organización”* (Mellado, 2003), pero no podemos achacar la desalentadora situación tan solo a estas cuestiones administrativas.

En las sucesivas evaluaciones PISA (2000, 2003, 2006, 2009) se constata que el alumnado español, cerca de finalizar sus estudios obligatorios, presenta importantes deficiencias en las competencias científicas, entre otras. Sin duda, algo estamos haciendo mal.

Si indagamos en las razones que han llevado a esta situación encontramos opiniones relacionadas con el bajo interés mostrado por el alumnado hacia el aprendizaje, o con la falta de recursos y la masificación en las aulas; siempre buscamos algo que pueda ser atribuido, al menos en parte, a los continuos cambios de los currículos en los últimos años en el marco de la Reforma Educativa (Pozo y Gómez, 1998). Y no estamos faltos de razón, aunque debemos reconocer que la mayoría de estas cuestiones son “ruidos de fondo” con los que hemos de convivir en nuestra actuación docente y no utilizarlos como un “escudo ante el fracaso”.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las estrategias de enseñanza/aprendizaje (E/A) de las ciencias centradas en la transmisión-

recepción del conocimiento están siendo cuestionadas desde hace tiempo, atribuyéndoles, en parte, ser responsables del aprendizaje incorrecto que origina estas dificultades. La identificación de las concepciones alternativas del alumnado y las estrategias basadas en el cambio conceptual vienen siendo objeto de estudio (Moreira, 1994; Pérez, De Manuel y Fernández, 2005) como alternativa a las metodologías tradicionales, constituyendo una importante línea de investigación (De Manuel, 2004).

El aprendizaje es concebido en la actualidad como un proceso de cambio, tanto a nivel conceptual como metodológico, que engloba una serie de modificaciones tanto en las formas de razonar, afrontar los problemas, como en las finalidades, actitudes, intereses y valores aceptados por la comunidad; se entiende como un proceso de investigación dirigida mediante el que se permite al alumnado participar en la elaboración de sus conocimientos científicos.

Numerosas investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias nos indican que se produce un aprendizaje mucho más eficiente y significativo en aquellos estudiantes que participan de forma activa en investigaciones científicas (Pérez, 2004). Se fomenta de este modo el aprendizaje de aspectos metodológicos relacionados con el trabajo científico, además de la inmersión del alumnado en la cultura científica, utilizando para ello estrategias propias de la ciencia a la hora de abordar problemas (Gil, 1993; Furió, Barrenetxea y Reyes, 1994; Gil, 1996; Gil y Vilches, 2005). Además, se participa en proporcionar al alumnado una imagen de ciencia y del trabajo de la comunidad científica más acercada a la que se asume en la actualidad (Gil, 1993; Acevedo *et al.* 2005).

Desde esta perspectiva debemos considerar al alumnado como aprendices activos, y al profesorado como las personas que facilitan el aprendizaje, y, en ningún caso, únicamente como transmisores de conocimientos ya elaborados. No obstante, la realidad escolar se suele hallar anclada en una reproducción memorística de los conocimientos que el docente imparte mediante clases magistrales por transmisión-recepción.

De igual forma, para que se lleve a cabo un aprendizaje constructivo y significativo también se deberían tener en cuenta otras variables más generales relacionadas con la alfabetización científica y la democratización de la ciencia, como:

- Humanización de la ciencia, de manera que no se produzca un distanciamiento entre la ciencia que se enseña y los intereses del alumnado.
- Adecuación de los contenidos a la capacidad cognitiva de los alumnos.
- Consideración de las concepciones alternativas, de manera que los nuevos conceptos supongan la modificación y ampliación de los que ya poseía.
- Utilización de un lenguaje adecuado por parte del profesorado, de acuerdo con el alumnado al que va dirigido el aprendizaje.
- Presentación de la materia de forma adecuada a la edad madurativa del alumnado, procurando una secuenciación lógica de los contenidos.
- El profesor deberá ponerse en la situación del alumno para poder comprender mejor los problemas que éste plantea.

Asimismo, en un trabajo previo (Pérez, 2004), pudimos constatar cómo un currículo y un método basados en las capacidades y en los intereses del alumnado producen un mejor aprendizaje que si no se tienen en cuenta estas dos variables.

Algunos estudios, como el realizado por Gil, González y Santos (2006), muestran cómo gran cantidad de docentes se decantan más por el predominio de la información, los conceptos y teorías de la ciencia, que por una la investigación y por un método de la indagación basado en los contenidos ligados a la vida cotidiana.

Del mismo modo, se muestra un claro predominio de la metodología basada en la exposición-recepción de contenidos básicamente teóricos, y no en una metodología basada en la interacción activa y exploratoria, algo, que puede ser considerado como una de las causas del bajo interés por el aprendizaje mostrado por el alumnado. El colectivo docente se encuentra ante un atractivo reto de renovación de las estrategias de E/A de las ciencias.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia llamada “La Tierra en el Espacio”, ha tenido como principal objetivo la comprensión de un tema tan cercano como complicado de entender: las estaciones del año. Partiendo de una idea previa común en el alumnado, que el Sol está más cerca en verano que en invierno (en el hemisferio norte), hemos tratado de llevar a cabo un trabajo basado en el aprendizaje por investigación, análisis y correcta interpretación de datos, siempre de forma estructurada y secuencial, con el objetivo de que nuestro alumnado sea partícipe de un aprendizaje significativo.

Este trabajo se ha llevado a cabo durante el curso académico 2010-2011 en el Colegio Caja de Ahorros, de Granada, por los alumnos de 5º curso de Educación Primaria, participando un total de 81 estudiantes.

La metodología se ha basado en el registro de diferentes parámetros de forma rigurosa y sistemática durante seis meses, una vez a la semana y en horario escolar. Dichos registros se han realizado por parte del alumnado, con el objetivo de convertirlos en investigadores noveles y, por tanto, miembros activos del trabajo realizado.

Para ello, a finales de septiembre (principios del curso académico) se planifica una sesión en la que se informa sobre el proyecto que se va a poner en marcha, en la que se expone en qué va a consistir la experiencia y se proporcionan las nociones, conceptos y directrices básicas para poder comprender y afrontar mejor los contenidos a tratar y, por tanto, las competencias a adquirir.

Del mismo modo, también se informa de que el trabajo que vamos a poner en marcha consta de una primera fase de recogida de datos, una segunda fase de tratamiento de información y una última de interpretación de resultados.

Fase I

Los parámetros a utilizar se agrupan en dos categorías: de registro y de indagación (o búsqueda de información).

Los parámetros de registro son dos: longitud de la sombra de un mástil situado en la pista central del colegio y la medición de la temperatura exterior. Los instrumentos a utilizar son, para el primer caso, una cinta métrica y, para el segundo, un termómetro ubicado en uno de los patios exteriores del centro. Ambas medidas se hacen todos los lunes a las 12:00, hora solar, intentando con ello tomarlas cuando el Sol se encuentra en su cénit. Para ello, los estudiantes salen al patio en parejas cada día de registro y por orden de lista, de modo que todos participan en las mediciones a lo largo de la experiencia.

En cuanto a la segunda categoría, los datos que deben indagar y buscar son tres: orto y ocaso del Sol y horas de insolación. Los estudiantes en este caso deben de realizar una búsqueda en diferentes fuentes, principalmente en Internet.

Todos estos datos, tanto los que tienen que medir como los que tienen que buscar, son anotados en sus correspondientes hojas de registro, situadas en el “Rincón de la Ciencia” de cada aula, de manera que el alumnado tiene acceso directo y continuo a los datos que se van recabando para cada uno de los parámetros, pudiendo observar en cada momento la evolución de los mismos.

El proceso de registro e indagación se lleva a cabo durante el periodo comprendido entre octubre y

marzo (excepto vacaciones de Navidad y Semana Santa).

Fase II. Análisis De Los Resultados.

Una vez realizados los registros, a partir del mes de abril se procede al análisis de los datos, elaborando con ello un material didáctico para trabajar posteriormente en el aula. Dicho análisis se realiza por parte del profesor debido a que los alumnos aún no utilizan programas estadísticos.

Para tener una visión más práctica y diferenciada, para el análisis se diferenciaron dos periodos: octubre- diciembre, y enero-marzo. No obstante, debido a limitaciones de espacio, en esta comunicación se presentan de forma conjunta.

Las siguientes gráficas corresponden a los diferentes registros de cada una de las variables citadas, en función del día concreto. El número de registro corresponde con los lunes de cada mes, empezando el primer lunes de octubre (registro 1) y terminando el último lunes de marzo (registro 31). En las gráficas correspondientes al orto, ocaso y horas de insolación se han transformado las puntuaciones en base 10, por tanto no corresponde con el sistema sexagesimal propio de minutos y segundos.

De los resultados obtenidos en la variable Orto del Sol (Figura 1), podemos observar cómo durante los meses de octubre, noviembre y hasta principios de diciembre, cada vez se produce más tarde. Por el contrario, durante los meses de enero, febrero y marzo, apreciamos cómo cada vez sale antes.

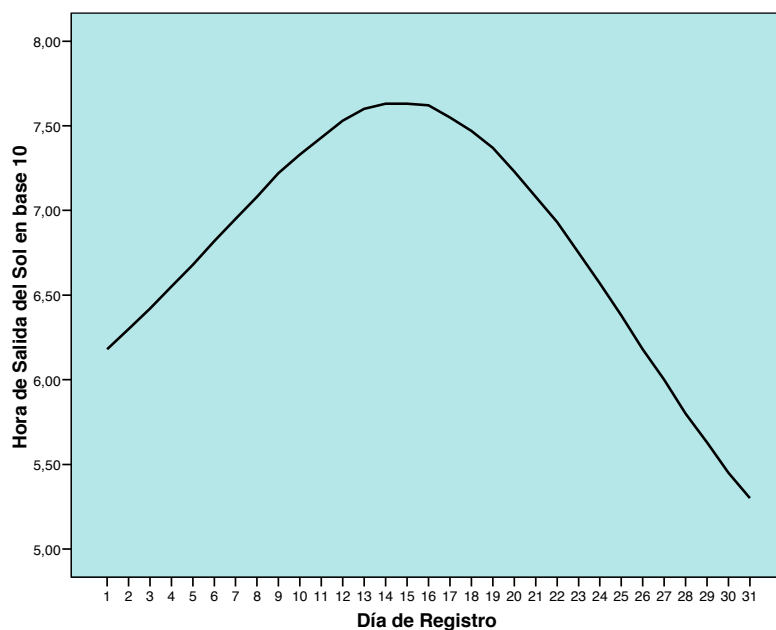


Figura 1. Orto del Sol

En relación con el Ocaso (Figura 2), apreciamos cómo el Sol se pone antes durante los tres primeros meses, mientras a partir del mes de diciembre se invierte la tendencia y comienza a ponerse más tarde.

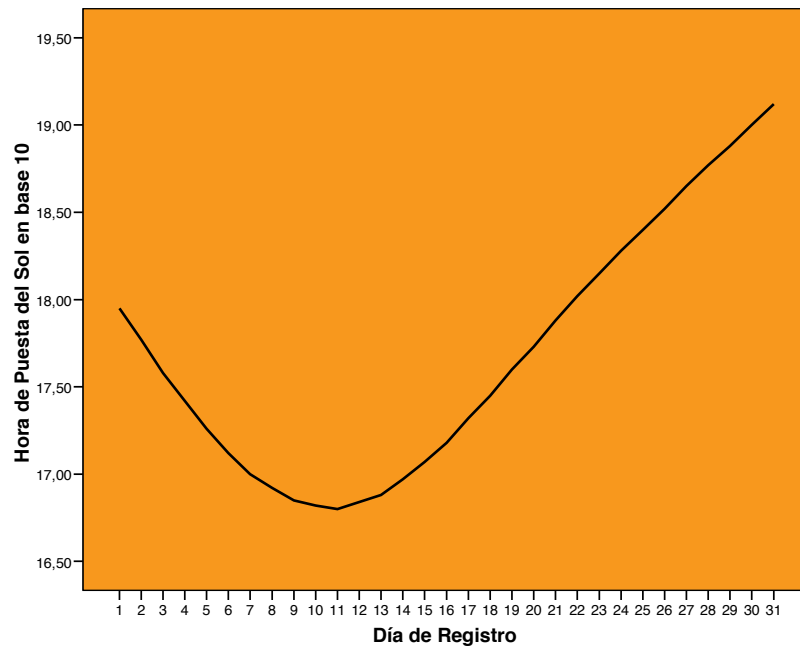


Figura 2. Ocaso del Sol

En relación con las horas de insolación (Figura 3), se observa cómo van disminuyendo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, apreciándose un aumento de las mismas a partir de mediados del mes de diciembre en adelante.

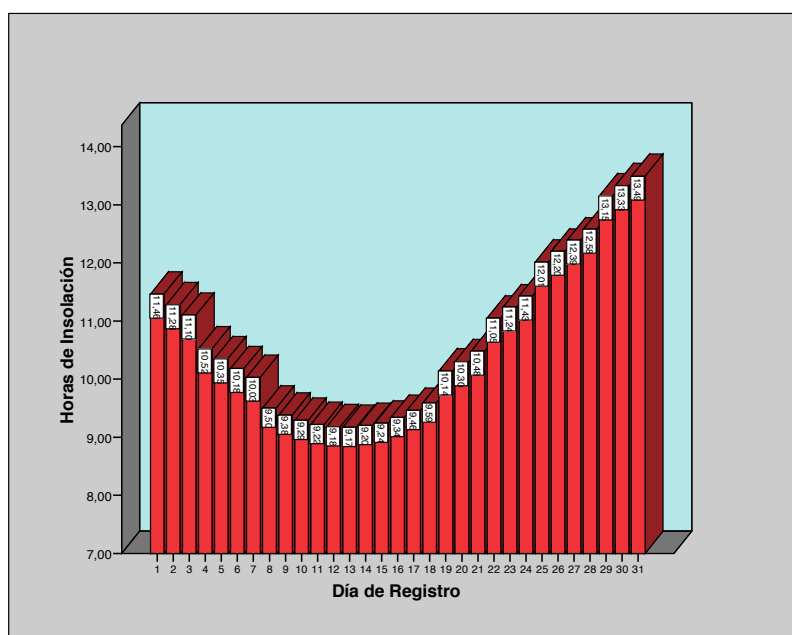


Figura 3. Horas de Insolación

Por otra parte, si analizamos los datos correspondientes a la sombra del mástil (Figura 4) durante los mismos meses citados anteriormente, podemos apreciar cómo va aumentando los primeros meses, mientras que se vuelve a invertir la tendencia a partir de mediados del mes de diciembre, momento en el que la sombra comienza a acortarse con la misma cadencia que en los meses anteriores se alargaba.

Esto se produce debido a que el Sol, durante los tres primeros meses de registro, cada vez sale más

hacia el sur disminuyendo con ello el ángulo de incidencia de los rayos; mientras que durante los meses de enero, febrero y marzo lo hace más hacia el norte, aumentando con ello dicho ángulo por lo que disminuye la sombra del mástil.

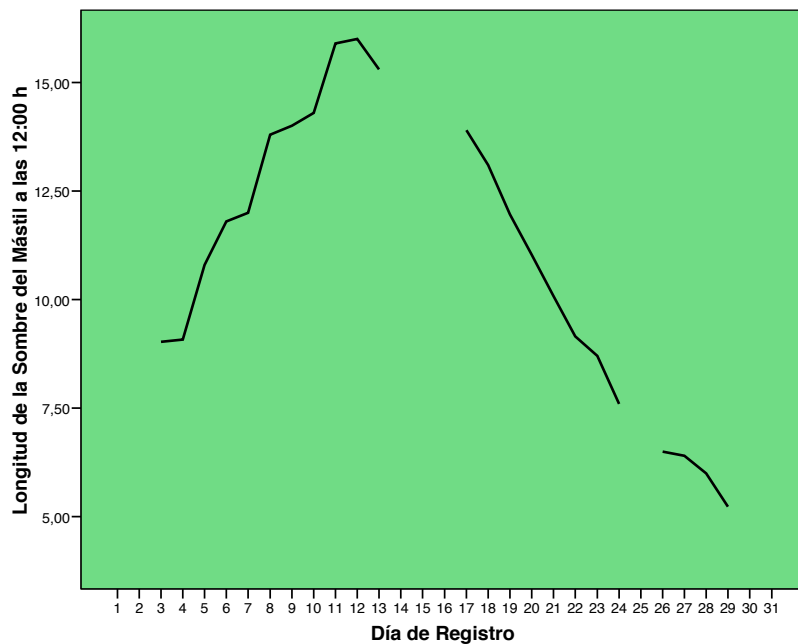


Figura 4. Sombra del Mástil

Como podemos observar, existen dos zonas en las que no se realizaron registros algunos. Dichos períodos coinciden con el tiempo de vacaciones de Navidad y Semana Santa.

En cuanto al análisis de la última variable (temperatura exterior, Figura 5), se observa cómo los datos reflejan una caída progresiva durante los registros llevados a cabo hasta mediados del mes de diciembre, apreciándose posteriormente un aumento de las temperaturas, aunque después vuelven a bajar en el mes de febrero para recuperarse durante marzo.

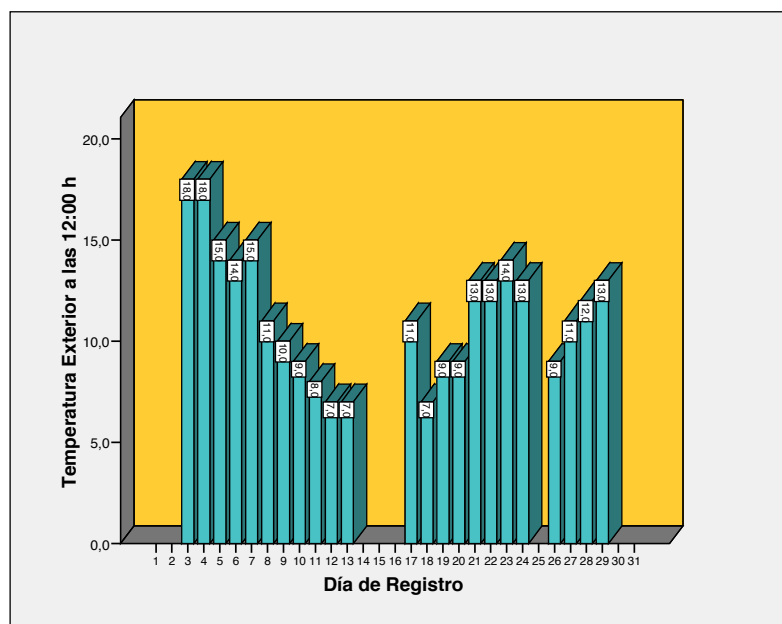


Figura 5. Temperatura Exterior

Fase III. Interpretación De Los Resultado Obtenidos.

Una vez realizado el análisis de resultados, se procede a una tercera fase de exposición e interpretación de los mismos en el aula.

Dicha fase ha consistido en una presentación de los resultados en el aula, junto a un su análisis por parte de los estudiantes participantes en el proyecto. Las gráficas se han trabajado en clase de forma especial, de manera que se ha pedido participación activa al alumnado en su interpretación y análisis. Del mismo modo, han tenido que responder a varias preguntas y cuestiones planteadas en el material elaborado para dicha ocasión.

Las principales conclusiones obtenidas a partir de un análisis de los resultados son:

- Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre el Sol cada vez sale más tarde y se pone antes, luego hay menos horas de insolación; por otra parte la sombra del mástil se alarga y la temperatura desciende.
- Durante los meses de enero, febrero y marzo el Sol cada vez sale más pronto y se pone más tarde, luego hay más horas de insolación; en cuanto la sombra del mástil se acorta y la temperatura aumenta.
- Como conclusión final, las estaciones del año vienen determinadas principalmente por el ángulo de incidencia de los rayos solares, y con ello, por la cantidad de luz y calor procedente del Sol, y no por la proximidad o lejanía de éste sobre la Tierra (en nuestro hemisferio norte), como en un principio nuestro alumnado pensaba.

PROSPECTIVA

En próximos cursos vamos a aplicar la experiencia a un solo grupo (grupo experimental), mientras que en el resto de grupos (control) se trabajará utilizando una metodología tradicional. De este modo podremos comparar, mediante aplicación de pretest y postest, la mejora o no de un método basado más en la experiencia e indagación frente a otro basado en exposiciones teóricas y clases magistrales.

En esta futura investigación pretendemos no solo medir la adquisición de los contenidos, sino también si estos perduran más en el tiempo, así como una mejora en las actitudes que los alumnos presentan ante el aprendizaje de la ciencia.

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.

De Manuel Torres, E. (2004). *Los objetos reales en el aula*. Granada: Arial Ediciones.

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. pp. 109-118.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 343-358
- 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), pp. 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, 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
- PISA (2000, 2003, 2006). Programa para la evaluación internacional de alumnos de la OCDE. Informes español. Madrid. Secretaría General Técnica. Último acceso el 15 de marzo de 2012, desde http://www.pisa.oecd.org/document/51/0,3746,en_32252351_32235731_39732595_1_1_1_1.00.html.
- PISA (2009). Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. OCDE. Informe español. Último acceso el 6 de noviembre de 2011, desde <http://www.educacion.gob.es/dctm/ministerio/horizontales/prensa/notas/2010/20101207-pisa2009-informe-espanol.pdf?documentId=0901e72b806ea35a>.
- Pozo Muncio, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M.G. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia. Del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico*. Madrid: Morata.

Las asambleas de huerto como herramienta para trabajar la toma de decisiones en Educación para la Sostenibilidad

Miren Rekondo, Mariona Espinet, Anna Fitó*

*Grupo LIEC y Grupo GRESC@ del Departamento de didáctica de la matemática i de las ciencias experimentales. Universitat Autònoma de Barcelona.
miren.rekondo@gmail.com*

**Escuela Gerbert d'Orlhac de Sant Cugat del Vallès*

RESUMEN

La finalidad de la propuesta educativa es dar un rol central a la toma de decisiones en el huerto escolar a través de un modelo de participación en el que el alumnado decide, diseña y lleva a cabo un sistema de agua para el huerto. El proyecto se diseñó en el marco de la Educación para la Sostenibilidad y tiene como referente teórico la Agroecología. La experiencia se llevó a cabo con alumnado de 5º de primaria y en colaboración con la maestra tutora del grupo. Se trabajan contenidos y competencias de tres ámbitos: el modelo de gestión de agua sostenible, la argumentación oral en interacción y la toma de decisiones colectiva.

Palabras clave

Agroecología, Educación para la Sostenibilidad, Educación Primaria, Huertos Escolares, Toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN

El huerto escolar no es un entorno de aprendizaje nuevo en la escuela pero si que ha sido recuperado desde la Educación por la Sostenibilidad los últimos años. El modelo de producción y consumo alimentario es uno de los ejes de la Sostenibilidad y este es un espacio educativo que permite trabajarlo (Pujol, 2005).

La Agroecología es la disciplina que nos permite aproximarnos a los ecosistemas agrícolas y al modelo de producción agroalimentario desde una mirada sistémica y que apuesta por un sistema agroalimentario más sostenible. La Agroecología Escolar es la transposición didáctica de la Agroecología en la escuela y se está construyendo conjuntamente con el grupo de investigación Gresc@ de la UAB (Espinete y Llerena 2011).

En una educación por la Sostenibilidad que ayude a mirar los fenómenos con una visión sistémica, a participar en las decisiones y a actuar en un contexto comunitario (Pujol 2005) el huerto puede ser un contexto próximo que permita desarrollar la capacidad de actuar en el ámbito de la Sostenibilidad. Pero a menudo la acción resulta demasiado central y se dedica poco tiempo a la reflexión sobre las acciones que se desarrollan.

Por esta razón planteamos un proyecto educativo en que la toma de decisiones es el elemento central que permite una mayor participación del alumnado y un aprendizaje más competencial ligado a la reflexión entorno a la acción.

A partir de este planteamiento se diseñó un proyecto en colaboración con una maestra tutora de 5º de primaria que trabaja el huerto des de área de Educación para la Ciudadanía. La finalidad del proyecto es que el alumnado desarrollo un proceso de decisión colectiva sobre un tema socio-científico i de sostenibilidad, en este caso sobre la gestión del agua del huerto. Algunos trabajos que se tomaron de referencia son Simmoneaux (2009) y Mauregui y Jiménez Aleixandre (2010). La diferencia con los debates sobre temas socio-científicos que plantea Simmoneaux es que en este caso no se trata decidir sobre temas macro sino de decisiones sobre temas globales, como la gestión del agua, en el entorno escolar. Por esta razón el trabajo de Mauregui tiene más similitudes, ya que se trata de alumnado universitario que decide sobre temas de energía de la Universidad, con la diferencia de que no llevaran ellos mismos a cabo la acción como en nuestro caso.

EXPERIENCIA EDUCATIVA

Contexto de la experiencia didáctica

La escuela donde se realizó la experiencia forma parte del programa de Agenda 21 Escolar municipal de Sant Cugat del Vallès (Barcelona). Se trata de un programa de educación para la sostenibilidad dedicado al cambio escolar y comunitario que trabaja actualmente desde la Agroecología Escolar.

Este está impulsado por el Ayuntamiento, el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática de la UAB, las guarderías municipales, las escuelas de infantil y primaria, los institutos de secundaria, los educadores ambientales y otros miembros de la comunidad que trabajan en el grupo ESLV (Educación para la Sostenibilidad a lo Largo de la Vida, un grupo de trabajo del Plan de Formación de Zona de los Servicio Educativo del Departamento de Enseñanza de la Generalidad de Cataluña).

Este proyecto nace dentro de este marco de red municipal de escuelas y de la colaboración del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática de la UAB con la escuela Gerbert d'Orlhac como parte de una tesis doctoral.

Anteriormente, en el marco del trabajo de máster que precede dicha tesis, se había realizado un proyecto de características similares en otra escuela del municipio (Rekondo 2008).

La escuela Gerbert d'Orlhac es una escuela relativamente nueva del municipio, ya que nació en el año 2002. En la construcción inicial del edificio no se dio un espacio al proyecto de huerto como ha pasado en otras escuelas del municipio. Pero al cabo de unos años consiguieron que la escuela se ampliara e iniciaron el proyecto. Este fue impulsado des de la dirección de la escuela y en un principio se realizaban actividades principalmente en horario de mediodía. Poco a poco, el huerto ha ido entrando dentro del proyecto educativo y del horario lectivo, algunas maestras lo ha impulsado des de sus áreas y además cuentan con el soporte de una educadora dedicada exclusivamente al huerto unas horas a la semana.

La propuesta de trabajar la participación y la toma de decisiones colectiva a través del

proyecto del huerto fue atractivo desde un primer momento para la directora del centro, que a su vez era tutora de un grupo de 5º de primaria y estaba muy interesada en trabajar este tipo de habilidades personales y sociales con ellos/as. De este modo, el proyecto se planteó desde el primer momento como una investigación-acción con una estrecha colaboración entre la investigadora y la profesora del grupo. El diseño del proyecto se realizó conjuntamente, partiendo de la finalidad de la investigación y enriqueciéndose con el conocimiento de la profesora. Enseguida nos dimos cuenta de la necesidad de plantear un proyecto de larga duración para que sea un proceso de participación real que derive en una acción en el que poder trabajar el eje de la sostenibilidad en profundidad. El hecho de que la profesora crea en el proyecto como herramienta con la que trabajar las diferentes áreas de conocimiento y competencias, hizo que el tiempo no supusiera un problema. De hecho, la primera vez que se hizo el proyecto fuimos justos porque llegó el final de curso y en la segunda edición decidimos dedicarle una tarde a la semana desde Enero hasta acabar el proyecto.

También fueron importantes las reuniones a lo largo del proyecto para evaluar como estaba yendo y poder incorporar algunas modificaciones para las próximas sesiones.

El rol de la profesora fue el principal en el aula, como investigadora tuvo funciones de soporte en algunas actividades.

Desarrollo del proyecto educativo

El proyecto se estructura a través de diez actividades secuenciadas de duración diversa que siguen el esquema del ciclo de aprendizaje. En estas se alterna el trabajo en grupos pequeños y el grupo clase.

1. Presentación de la propuesta.

En esta sesión se presentó el proyecto de participación de los niños y niñas de 5º en el huerto de la escuela: la maestra les explicó el reto de decidir el modelo de gestión del agua en el huerto ecológico de la escuela y preparar una jornada de trabajo en el huerto con padres y madres de la escuela para llevarlo a cabo. Les preguntó si quieren asumir esa responsabilidad y hablaron de que suponía asumirla.

2. Actividad de exploración de ideas previas e introducción de nuevos puntos de vista: ¿Qué dos objetos nos llevaríamos a una isla desierta?

Se empezó con un taller de sobre toma de decisiones en grupo para trabajar herramientas y procedimientos de este ámbito, se consideró importante empezar con esta actividad ya que la mayoría no tenían mucha experiencia previa en la toma de decisión colectiva estructurada.

Para hacer una exploración de las ideas previas en torno a la toma de decisiones se planteó un juego sobre una situación imaginaria: ¿qué objetos llevarías a una Isla Desierta? A continuación la maestra reflexionó con el grupo sobre lo que había pasado durante el juego y establecieron algunas pautas para la toma de decisiones en clase.

3. Actividad de exploración de ideas previas e introducción de nuevos puntos de vista: ¿qué quiere decir que nuestro huerto es ecológico?

Se trata de una actividad de exploración de ideas previas sobre agricultura ecológica i sostenible a partir de preguntarnos cómo podríamos saber si un huerto (utilizando una

fotografía proyectada) es ecológico y/o sostenible. A partir de la exploración y la introducción de ideas nuevas se consensuaron algunos criterios de agricultura ecológica y Sostenibilidad.

4. Actividad de introducción de nuevos puntos de vista: ¿qué papel tiene el agua en el huerto? ¿Qué quiere decir definir la gestión del agua en el huerto?

Para completar la orientación del trabajo en grupo acordamos qué significaba definir la gestión del agua en el huerto, qué aspectos tendríamos en cuenta y qué preguntas nos hacíamos.

A partir de las preguntas se le propuso a cada grupo de trabajo que buscara parte de la información necesaria, y la compartiera, para poder pensar propuestas de acción.

5. Actividad de introducción de nuevos contenidos y estructuración: ¿Cuál es nuestra propuesta como grupo?

El trabajo en pequeño grupo fue importante para la fase de elaboración de propuestas, ya que permitió que todas las personas participaran más activamente y que las propuestas fueran más trabajadas y reflexionadas. Se podría haber hecho un debate inmediatamente después de la primera lluvia de ideas pero hubieran salido propuestas menos reflexionadas y elaboradas, y una participación parcial del grupo clase en el proceso de decisión.

En estas sesiones de trabajo en grupo, el alumnado tuvo a su disposición los libros de la biblioteca, ordenadores con Internet, así como algunos elementos para hacer experimentos, los espacios de trabajo fueron el aula y el huerto. Los experimentos se plantearon como una fuente de información más para elaborar la propuesta de diseño y planificación, especialmente en relación al tipo de suelo del huerto y su relación con el agua.

También pudieron hablar con algunos expertos como la educadora de huerto y un agricultor de la zona. Además parte de la búsqueda de información, como la observación de otros huertos o las preguntas a familiares y conocidos, la hicieron fuera de la escuela.

También hubo tutorización de los grupos, cada grupo se reunía con la maestra semanalmente para hacer el seguimiento del trabajo desarrollado y orientarles.

6. Actividad de introducción de nuevos puntos de vista: ¿Cuáles son las propuestas de los otros grupos? (presentación de propuestas)

Durante esta sesión cada grupo expuso su propuesta de gestión del agua en el huerto utilizando soportes gráficos y explicaciones orales. Después de cada exposición el resto de compañeros y la maestra pudieron hacer preguntas sobre las propuestas.

7. Actividad de introducción de nuevos puntos de vista y estructuración: ¿Nos ponemos de acuerdo?

Después de la presentación de propuestas se planteó hacer una asamblea del grupo clase para decidir la propuesta o elementos de cada propuesta que se llevarían a la práctica. Para facilitar la asamblea, previamente un representante de cada grupo resumió los elementos de su propuesta.

La maestra pidió que alguien que hiciera de moderador y regulara los turnos de palabra durante el debate, y que otra persona tomara acta de los acuerdos. La maestra tuvo el papel de facilitadora del debate, recogiendo ideas y ayudando a llegar a consensos, el apoyo de la pizarra digital fue útil para esta tarea. A partir de aquí, los niños y niñas fueron presentando opiniones argumentadas y fueron llegando a consensos sobre los diferentes elementos que forman parte de la gestión del agua en el huerto.

Fue importante recordar que una vez presentadas las propuestas por grupos no se trataba de defender la propuesta de nuestro grupo, sino de decidir teniendo en cuenta los argumentos y la viabilidad real de las propuestas. La finalidad del debate no era que ganara una de las propuestas, ya que podían elegir elementos de diferentes grupos para elaborar una propuesta de conjunta y de consenso.

8. Actividad de estructuración: ¿Llevamos las propuestas consensuadas en la práctica?

Tras la sesión de debate en la que acaban llegando a consensos sobre la gestión del agua en el huerto, fue el momento para pensar cómo ponerlo en práctica. A partir del acta hicieron un documento con los acuerdos, para facilitar la realización de la acción. Prepararon y convocaron una jornada de trabajo de huerto donde participarían toda la comunidad educativa.

Para organizar la jornada, los niños y niñas pensaron cómo conseguir los materiales necesarios, hicieron un listado y una descripción de los trabajos que se deberían hacer, e hicieron la difusión en la escuela para convocarla e invitar a la gente.

Una parte importante de la preparación fue la compra de material, ya que la visita a la tienda, les supuso nuevas aportaciones técnicas que modificaron en parte la propuesta acordada.

9. Actividad de aplicación: ¡Hagámoslo! (jornada de trabajo de la escuela con alumnado, maestros, madres y padres)

En la jornada de trabajo en el huerto trabajaron conjuntamente con alumnos de otros cursos, maestros, madres y padres, para llevar a cabo la propuesta. Los alumnos/as de 5º tenían la responsabilidad de tener todos los materiales necesarios y de organizar el trabajo.

10. Actividad de Evaluación: ¿Cómo lo hemos hecho?

Para cerrar el proyecto se hizo una revisión conjunta con el alumnado de todo el proceso: tanto del proceso de decisión como de la puesta en práctica. Para ello se utilizó la dinámica del "Barómetro" en la que deben posicionarse, y argumentar su posición, ante algunas afirmaciones. Con esta dinámica se valoraron diferentes aspectos del proyecto, des del aprendizaje de contenidos y procedimientos, hasta aspectos más emocionales y de gestión.

Para poder hacer una evaluación más individualizada también se propuso al alumnado escribir un texto explicando que es lo que habían aprendido en el proyecto y una actividad de aplicación en la que se les pedía ponerse en el lugar de una maestra que quiere que su grupo de alumnos/as planifique los cultivos del huerto y que explicaran como lo harían.

VALORACIONES FINALES

Presentamos algunas valoraciones fruto de la evaluación final con la maestra tutora del grupo divididas en los tres ámbitos en los que se trabaja principalmente en la intervención educativa presentada.

Agroecología y Sostenibilidad

A lo largo del proyecto enriquecen su discurso sobre sostenibilidad ya que son capaces de aplicarlo a sus propuestas de acción a través de los diferentes criterios que usan para tomar decisiones, estos coinciden con las dimensiones de la Agroecología.

La dimensión tecnológica de la Agroecología está en la base de las propuestas, ya que buscan una solución tecnológica a la gestión del agua. Pero la ponen en continua relación con la ecológica, con el ciclo del agua en el huerto y la gestión sostenible del agua. También emerge la viabilidad tecnológica de las propuestas, aquí aparece también la dimensión social cuando piensan si lo pueden instalar solos, si tendrán ayuda, quien lo mantendrá etc. Otra dimensión importante en el debate es la salud ya que plantean la salubridad del agua y la relacionan con el consumo de las hortalizas en el comedor.

La dimensión económica es también importante para analizar la viabilidad de las propuestas, aunque no tienen un presupuesto cerrado, hacen valoraciones sobre si las propuestas son demasiado caras en varios momentos, incluso piensan en fuentes de financiamiento.

El discurso argumentativo oral.

El estilo comunicativo durante el debate es predominantemente colaborativo, el objeto de los argumentos no es la defensa de las propias propuestas, sino la construcción colectiva de una solución final. Incluso cuando se presentan contraargumentos, lo hacen con la intención de aportar a la propuesta conjunta. Este estilo comunicativo tiene oportunidades didácticas ya que permite seguir construyendo y enriqueciendo las propuestas con más elementos de las diferentes dimensiones de la agroecología que se ponen en juego.

En cambio, en el momento previo de presentación de propuestas por grupos el estilo es más auto afirmativo, ya que los contraargumentos pretenden desestimar las propuestas y el grupo que presenta la propuesta argumenta en base a defenderla. Este estilo obliga al alumnado a pensar contraargumentos, y por lo tanto a introducir nuevos elementos, y aprender a defender las opciones con argumentos.

El hecho de que estén debatiendo sobre una solución tecnológica con un componente de diseño importante facilita esta construcción colectiva durante el debate. Por otra parte, hace que la dimensión espacial tenga mucha importancia y que aparezca a menudo la necesidad de representar gráficamente. No dialogan en base a propuestas cerradas, sino que durante el debate construyen nuevas soluciones (que contienen elementos de las propuestas presentadas anteriormente y otros nuevos).

La orientación de la argumentación hacia una acción que realizarán ellos mismos introduce algunas diferencias respecto la argumentación en debates sobre temas socio-científicos. Tanto respecto aquellos debates en los que el alumnado dialoga sobre temas macro, como los transgénicos, como aquellos en los que deciden sobre algún aspecto del contexto escolar pero que no llevan a cabo ellos mismos.

Resultó interesante también su capacidad de argumentación sobre el tema cuando interactuaron con expertos como agricultores o técnicos de riego.

La participación del alumnado

A lo largo del proceso, van ganando en autonomía y se hacen el proyecto más suyo, aunque la acogida es buena desde el principio, la implicación del grupo aumenta. La participación de los niños y niñas es variable a lo largo del proceso, encontramos diferencias en el trabajo en grupo para elaborar propuestas y el momento de la asamblea. En general sin embargo, encontramos algunas personas más implicadas que otras.

Se observan tendencias sobre diferentes formas de participación marcadas por el género en las diferentes fases del proyecto.

El proceso de decisión no acaba con la asamblea donde se toman los acuerdos sobre la propuesta de acción en el huerto. En las siguientes sesiones, cuando concretan aún más la propuesta y piensan en cómo hacerla real (hasta la compra de los materiales necesarios), la propuesta se continúa modificando y decidiendo algunos aspectos.

Resultó muy interesante que ellos/as mismos organizaran la jornada de trabajo, ya que supone un cambio de rol en las actividades de la comunidad escolar, con todos los aprendizajes que tiene asociados. El día de la jornada la implicación de las familias fue muy alta y ellos pudieron explicar su propuesta y organizar el trabajo.

Su valoración del proyecto es en general muy positiva y son conscientes de sus aprendizajes tanto de habilidades y valores relacionados con la participación, como aquellos más relacionados con el huerto y la sostenibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia SEJ2009-13890-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

Espinet, M. y Llerena, G. (2011). Bases para el diseño de la Agroecología Escolar desde una perspectiva sociocultural. *Comunicación presentada en el VI Seminario de Investigación en EA y EDS: Campos Emergentes y Avances de Investigaciones en Educación Ambiental*. CENEAM.

Mauregui, G. y Jiménez Aleixandre M.P (2010). “La toma de decisiones en la educación ambiental un estudio de caso en la enseñanza universitaria”. *Tesis Doctoral*. Universidad del País Vasco.

Pujol R.M. (2005). Construir una escola que eduqui pel desenvolupament sostenible. *Revista Guix*, 316-317, 8-12.

Rekondo M. (2008). Presa de decisions per consens a l'hort de l'escola. *Treball de Recerca Màster d'iniciació en la recerca de la Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals*. Universidad Autònoma de Barcelona.

Simmoneaux, L (2009). “Students’ socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of Education for Sustainable Development”. *Cultural studies of Science Education*. 4 (3), 657-687.

El uso didáctico del vídeo para aprender a enseñar cienciasⁱ

Rodríguez, F. ¹, Ezquerro, A. ², Rivero, A., ¹Porlán, R. ¹, Azcárate, P. ³, Martín del Pozo, R. ², Solís, E. ¹

¹ *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Sevilla*

² *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid*

³ *Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz*

frodmar@us.es

RESUMEN

En el proceso de formación en la Enseñanza de las Ciencias de maestros y maestras de Primaria existen diversas investigaciones que nos plantean las dificultades asociadas a este proceso, como puede ser la dificultad para pasar de una enseñanza más tradicional, que en ocasiones han vivido, a un modelo de enseñanza por investigación escolar.

Para poder trabajar en este ámbito, se ha creado un recurso formativo, en forma de cuaderno de actividades, a través del cual se van planteando los diferentes elementos que hay que tener en cuenta para realizar una propuesta de enseñanza en el aula, como son: qué enseñar, las ideas del alumnado, cómo enseñar y qué, cómo y cuándo evaluar. Este cuaderno se complementa con la utilización de otros recursos como son artículos y libros, la utilización de plataformas virtuales (web ct) y también la visualización de videos sobre prácticas docentes innovadoras en Primaria.

En este último recurso nos vamos a centrar, ya que consideramos que el uso del video en esta experiencia, trasladable a otras similares, enriquece el proceso y puede servir para realizar un contraste entre lo teórico y lo práctico, que facilite la progresión del conocimiento didáctico de los futuros/as maestros/as.

Palabras clave

Videos educativos, Formación inicial del profesorado, Educación primaria, Recursos.

INTRODUCCIÓN

La formación inicial de maestros/as en el ámbito de la enseñanza de las ciencias se ha concretado en un currículum con tres componentes inconexos: las ciencias experimentales, las ciencias de la educación y el prácticum. En los dos primeros se ha aplicado una estrategia formativa basada mayoritariamente en la transmisión de información; mientras que en el prácticum ha primado un modelo espontaneísta, según el cual, en contacto con la escuela, los futuros/as maestros/as son capaces de integrar los conocimientos teóricos, relacionarlos con la experiencia y desarrollar un conocimiento profesional de calidad (Porlán y Rivero, 1998; Rivero y Porlán, 2004). Sin embargo, la realidad es diferente. Este sistema dual, lejos de ayudar a los sujetos a reconstruir sus concepciones y esquemas de acción, les satura de conocimiento académico y, al mismo tiempo, anula las potencialidades transformadoras de determinados aspectos de la teoría. Este sistema desvela un profundo desconocimiento de la naturaleza epistemológica de la actividad docente. La práctica, entendida como intervención fundamentada en la realidad y no como mera acción, requiere de un conocimiento diferenciado del conocimiento disciplinar y del conocimiento vinculado a la experiencia, al que diversos autores denominan Conocimiento Práctico Profesional (Porlán et al., 1996; Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; Bryan y Abell, 1999; Wallace y Kang, 2004).

El conocimiento profesional no puede ser, por tanto, la mera aplicación de la teoría. Creer que de manera espontánea los sujetos en formación pueden realizar diferentes integraciones epistemológicas entre el mundo consciente de la lógica y el mundo inmediato e inseguro de la acción es una de las causas del fracaso de la formación del profesorado y una de las variables que favorecen la permanencia del modelo hegemónico de enseñanza de las ciencias (Porlán, Martín del Pozo y Martín Toscano, 2002; Rivero y Porlán, 2004).

Frente a esto, desde hace ya algunos años, son numerosos los autores que plantean que las estrategias formativas para hacer evolucionar el conocimiento y las acciones del profesorado deben organizarse a partir de la investigación de problemas relevantes para la práctica docente (Sanchez y Valcarcel, 2000; Tillema 2000; Copello y Sanmartí, 2001; Mellado, 2001; Van Driel, Beijaard y Verloop, 2001; Zembal-Saul, Krajcik y Blumenfeld, 2002; Bryan, 2003; Liang y Gabel, 2005; Russell y Martin, 2007).

Siguiendo las líneas de trabajo descritas anteriormente se inicia este proyecto cuyo primer objetivo es diseñar un curso sobre la enseñanza de las ciencias por investigación escolar, aplicarlo en la formación inicial de maestros/as de tres universidades públicas y evaluar en cierta medida la influencia del curso en la progresión del conocimiento didáctico de los/las participantes.

Los recursos diseñados están centrados en favorecer un contraste lo más directo posible (teniendo en cuenta el contexto en el que nos encontramos, un curso de la Formación Inicial) entre los/las estudiantes y las prácticas docentes próximas a los modelos de enseñanza por investigación.

Entre ellos, se incluye en el curso que queremos desarrollar en este proyecto, un cuaderno de trabajo que sirva de guía para el diseño de la propuesta de enseñanza y donde se sitúan los video que muestran distintas situaciones relevantes en las aulas de Primaria (selección de temas de trabajo en el aula, formulación de problemas de investigación, debates, realización de experiencias diversas, etc.).

LA UTILIZACIÓN DIDÁCTICA DEL VIDEO

El contacto con la práctica, nos muestra las experiencias que los/las docentes ponen en marcha en sus clases, pudiendo analizar las ventajas e inconvenientes que tienen sus estrategias educativas. Sin embargo esta observación directa es necesaria hacerla analizando los diversos incidentes (positivos como negativos) que ocurren para obtener el mayor rendimiento posible de esa acción.

La utilización del vídeo nos ayuda a analizar y a contrastar estas prácticas con las estrategias de enseñanza que diseñen los/as participantes y a enriquecerlas.

Diversos autores como Cabero et al (1997), Bravo (1996), Marquès (1999), Ezquerro (2010) y otros, han analizado la importancia de utilizar los vídeos en el ámbito educativo. Se denominan videos educativos a aquellos materiales videográficos que pueden tener una utilidad en educación. Englobando tanto los videos didácticos (elaborados con una intencionalidad específica educativa) como otros vídeos que pese a no haber sido concebidos para la educación pueden resultar útiles en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Marquès, 1999).

Y como indica Bravo (1996) “la eficacia de un vídeo está relacionado especialmente con la forma en la que se lleve a cabo su aplicación en el contexto de la clase y con la presencia de elementos significativos que indiquen una relación directa entre sus contenidos, el programa de la asignatura y quienes lo imparten”. Por ello en el proceso en el que estamos involucrados se tiene en cuenta la complementariedad entre recursos, para solventar las deficiencias del uso de cada uno de ellos de forma aislada.

La utilización del video en este proyecto se relaciona fundamentalmente con la necesidad de presentar, de forma directa al alumnado, prácticas docentes innovadoras. En este sentido los roles/funciones que consideramos que pueden cumplir los diversos videos creados, coinciden con los presentados por Cabero et al (1997) en la siguiente figura:



Figura 1: Diversos roles de utilización del vídeo en la enseñanza.

Como muestra la figura, los roles o funcionalidades del vídeo pueden ser tan útiles tanto para el equipo investigador/docente como para el alumnado, ya que el proceso de creación del video es bastante amplio y complejo, en el que la visión de los investigadores/as y técnicos/as son fundamentales para sacar el mayor partido a las grabaciones realizadas y en la última fase, de visualización y puesta en común en clase, el análisis compartido entre alumnado y profesorado es fundamental, pudiendo encontrar nuevos centros de interés.

FASES PARA LA CREACIÓN DE VIDEOS EDUCATIVOS

El proceso de creación y diseño de videos educativos es bastante complejo ya que depende simultáneamente tanto de aspectos creativos como técnicos (Ezquerro y Polo, 2011). Y es fundamental tener claro el por qué y para qué de ese video para controlar el tiempo que necesitamos para su producción.

En la investigación que nos centramos se siguieron las siguientes fases:

- Elección de los centros educativos con prácticas docentes innovadoras.

Los centros públicos de Primaria elegidos fueron CEIP Trabenco de Leganés-Madrid y CEIP Príncipe de Asturias de Sevilla, por ser centros con los que se habían realizado proyectos de innovación docente anteriormente y porque la enseñanza de las ciencias está basada en la investigación escolar. Concretamente se seleccionaron los cursos de 3º y 5º respectivamente.

- Grabación de proyectos de investigación completos.

Una vez seleccionados los centros, se eligió el momento oportuno para la grabación de las sesiones de clase, siendo en el caso del CEIP Trabenco cuando empezaron a trabajar un Proyecto de Investigación denominado “Arqueología” y en el CEIP Príncipe de Asturias cuando comenzaron con el Proyecto de Investigación denominado “Los seres vivos”. La duración aproximada de los proyectos fue de dos meses.

- Visualización de los videos.

Se realizó la visualización de todos los videos por diversos miembros del equipo de investigación para conocer en profundidad las diversas actividades, situaciones, etc. que se fueron creando en las aulas.

- Creación del storyboard o guión y selección de los videos.

Se han realizado dos guiones de trabajo que presentan de forma completa el inicio, puesta en marcha y cierre de los dos proyectos de investigación seleccionados, incluyendo la duración de los videos seleccionados, el audio, las frases y los efectos que se podrían utilizar.

También se ha realizado una selección de videos que se podrían utilizar de forma independiente ya que muestran aspectos/situaciones concretos que se viven en el aula (el ambiente de aula, la relación con otras asignaturas, ideas del alumnado sobre algunos contenidos, el trabajo con grupos de diversos cursos, ejemplos de actividades, utilización de diversos recursos, declaraciones de los docentes, del alumnado, etc.)

- Tratamiento de los videos para la mejora de la imagen y sonido y maquetación del video final.

Actualmente nos encontramos en esta fase del tratamiento de los videos, siendo ésta la más técnica y copiosa por la cantidad de información que hay que manejar a la vez.

REFLEXIÓN FINAL

El trabajo realizado hasta ahora nos enseña las oportunidades que nos puede mostrar un video realizado con fines educativos, ya que es muy importante fijarse en los detalles, como en los discursos del alumnado y del docente, en las diversas situaciones que se crean, en la motivación del alumnado y del docente en la realización de las actividades, en las actividades, en las temáticas utilizadas y su relación con otras (como las matemáticas, la historia...).

Creemos que la utilización de estos videos enriquecerán las propuestas de enseñanza creadas por los/as futuros/as maestros/as, ya que en esta última fase de contraste, podrán ver la propia práctica y analizarla, buscando los pros y los contras a las situaciones que se muestren y de esta forma relacionarlo con lo ya creado por ellos mismos.

Consideramos de todas formas que el ejercicio de visualización de los videos tiene que complementarse con puestas en común y guiones de reflexión sobre esa práctica como el que se presenta a continuación, ya que la utilización de forma aislada de un video tampoco tiene sentido para el proceso.

GUIÓN DE REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA

1. *En relación a los ejemplos reales de clase que hemos visto en los videos, responde con detalle a las siguientes preguntas:*
 - a. ¿Cómo empieza la enseñanza de una temática concreta?
 - b. ¿Qué tipos de actividades se desarrollan?
 - c. ¿Cómo acaba el trabajo sobre un tema?
 - d. Describe cómo es el ambiente en estas clases y qué valoración te merece.
 - e. ¿Qué tipos de acciones diferentes realizan los alumnos/as?
 - f. Intenta clasificarlas en acciones relacionadas con contenidos, metodología, evaluación y otras.
 - g. ¿Qué tipos de acciones diferentes realiza el profesor?
 - h. Intenta clasificarlas en acciones relacionadas con contenidos, metodología, evaluación y otras.
 - i. ¿Qué crees que determina el orden en que se realizan las actividades?
2. *Señala 3 ideas clave sobre la práctica*
3. *Teniendo en cuenta lo que habeis contestado hasta ahora ¿queréis realizar cambios en vuestra segunda versión de la propuesta de enseñanza? ¿Cuáles?*

BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, J.L. (1996). ¿Qué es el video educativo?. *Comunicar*, 6, 100-105.
- Bryan, L.A. (2003). Nestedness of beliefs: examining a prospective elementary teacher's belief system about science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 835-868.
- 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(2), 121-139.
- Cabero et al (1997). La introducción del video como instrumento de conocimiento de la enseñanza universitaria. *Bordón Revista de Pedagogía*, 49 (3),121-139.
- 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.
- Ezquerria, A. (2010). Desarrollo audiovisual de contenidos científico-educativos. Vídeo: «Las vacas no miran al arco iris». *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 353-366.

- Ezquerro, A. y Polo, A. M. (2011). Requerimientos para la elaboración de audiovisuales escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 453-462.
- Liang, L.L. y Gabel, D.L. (2005). Effectiveness of a constructivist approach to science instruction for prospective elementary teachers. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1143-1162.
- Marquès, P. (1999). Los videos educativos: tipología, funciones, orientaciones para su uso. www.peremarques.net (Consultado 19/01/2012)
- 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., Azcárate, P., Martín del Pozo, R., Martín Toscano, J., y Rivero, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., y Martín Toscano, J. (2002). Conceptions of school-based teacher educators concerning ongoing teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 18, 305–321.
- Porlán, R., y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- 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*, 25(3), 305-321.
- Rivero, A. y Porlán, R. (2004). The difficult relationship between theory and practice in an in-service course for science teachers. *International Journal of Science Education*, 26(10), 1223-1245.
- Russell, T. y Martin, A. (2007). Learning to teach science. In S. Abell y N. Lederman (Eds), *Handbook of Research on science education* (pp.1151-1178). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sánchez, G., y Valcárcel, M. V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 423-437.
- Tillema, H.H. (2000). Belief change towards self-directed learning in student teachers: immersion in practice or reflection on action. *Teaching and Teacher Education*, 16 (5-6), 575-591.
- Van Driel, J., Beijaard, D. y Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: the role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.
- Wallace, C.S. y Kang, N. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: an examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936-960.
- Zemal-Saul, C., Krajcik, J. y Blumenfeld, PH. (2002). Elementary student teachers' science content representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 318-339.

¹ Esta comunicación es parte del 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)

“Pinya, força i manilles”.

Física en contexto en la educación secundaria obligatoria

San José, A., García, G., Civil, R.

Escola Sadako de Barcelona, Departamento de Ciencias Experimentales
ggarcia@escolasadako.com

RESUMEN

Debido a la necesidad creciente de la atención a la diversidad y el trabajo de los contenidos científicos aplicados dentro de un contexto conocido por el alumnado, nos planteamos el diseño de una actividad contextualizada dentro de un entorno habitual y atractivo para el alumno.

Los “castells”, construcciones de castillos humanos, declarados patrimonio de la Humanidad y típicos en las festividades de muchas poblaciones catalanas, constituyen el punto de partida de esta investigación en la que se ha diseñado e implementado una unidad para analizar los beneficios y las dificultades que conlleva para el profesor y los alumnos el hecho de abordar cuestiones relacionadas con la física desde un contexto. En esta comunicación se presentan los resultados de los primeros análisis realizados y se proponen soluciones y recomendaciones en relación a la metodología trabajada.

Palabras clave

Contexto, fuerza, energía, trabajo cooperativo, atención a la diversidad.

INTRODUCCIÓN

En el marco del currículum de la educación secundaria obligatoria y en un modelo educativo que pretende el desarrollo de una cultura científica básica desde una visión dirigida a construir los pilares de una educación científica, el tipo de conocimiento útil es el que permite al alumnado la construcción de modelos conceptuales básicos (Decreto 143/2007 DOGC). El aprendizaje de estos modelos debería estar relacionado con la realidad social y el entorno cotidiano.

Así pues, dicho modelo educativo debería centrarse en una ciencia para todos, lo que debería implicar:

- una contextualización de los contenidos científicos,
- una disminución de la carga conceptual académica,
- una aproximación a la comprensión de los procedimientos que se utilizan en ciencia y
- el trabajo y desarrollo de actitudes cívicas, compromisos éticos, del espíritu crítico y de la responsabilidad para intervenir en decisiones que, relacionadas con la ciencia, afectan al futuro de la sociedad.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Diseñamos una unidad didáctica relacionada con el entorno “casteller” para llevar a cabo con tres grupos de 4º de ESO y analizar los beneficios y dificultades, tanto para el alumnado como para el docente, del hecho de trabajar la física de una manera contextualizada. A parte de la importancia de situar en un entorno próximo un temario que, frecuentemente, es presentado al alumnado de una manera más abstracta. Cabe destacar la relevancia personal y social que tiene el contexto seleccionado. Así, la razón para elegir este contexto es la familiaridad y proximidad para el alumnado y el reconocimiento internacional, ya que la construcción “castellera” es Patrimonio de la Humanidad.

Objetivos

Como se ha comentado anteriormente, en esta investigación se pretendía diseñar una unidad didáctica en la que se trabajaran los conceptos de física correspondientes a 4º de ESO en contexto para conocer la valoración que hacen tanto el alumnado como el docente identificando las potencialidades y dificultades de la propuesta y su desarrollo.

Con esta investigación pretendemos profundizar en las dificultades a las que se enfrenta el alumnado a la hora de trabajar en contexto, ya que exige un proceso de indagación dentro del contexto escogido, y después una fase de descontextualización para generalizar dentro de los contenidos de física con los que se hayan encontrado. Además, queremos comparar el aprendizaje adquirido desde el trabajo cooperativo en contexto versus el aprendizaje llevado a cabo de una manera individual y dirigido por el profesorado mediante clases magistrales.

Respecto la unidad didáctica, los objetivos específicos que los alumnos deberán desarrollar a lo largo de la propuesta son:

- Aprender a ver el mundo desde una perspectiva científica.
- Aprender a preguntarse, buscar razones y justificar lo que pasa en nuestro entorno.
- Fomentar el espíritu crítico ante el uso de distintos lenguajes de ciencia. Ser capaz de utilizar el lenguaje gráfico, oral y escrito.
- Destacar la importancia de la responsabilidad individual en el trabajo en equipo.
- Abordar el tema de la energía y reforzar los contenidos de la Mecánica ya trabajados.

Marco teórico

Un contexto es una situación que destaca la importancia cultural, social o personal de un determinado conjunto de contenidos. Los contextos pretenden conectar la realidad con los contenidos científicos (Grau, 2009).

El trabajo en contexto se entiende que sigue una estructura básica que comprende cuatro fases:

1. Exploración
2. Introducción de nuevos contenidos
3. Síntesis o estructuración
4. Aplicación

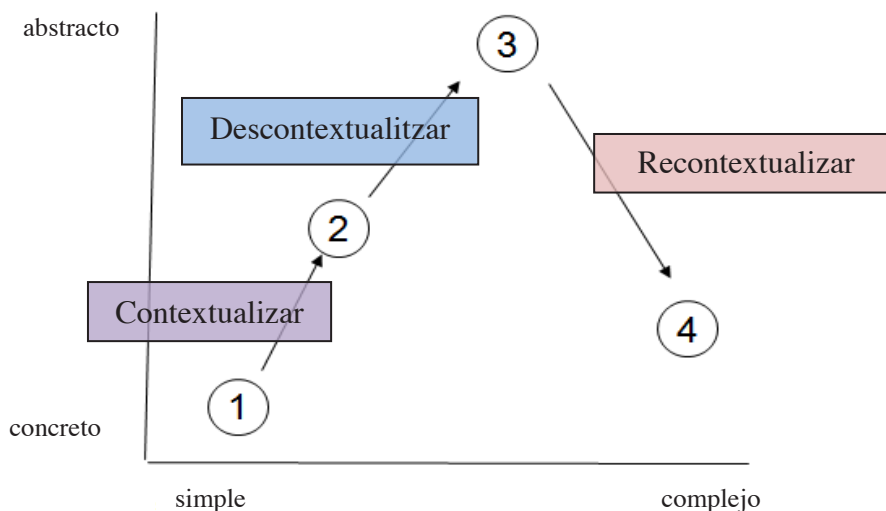


Figura 1. Estructura básica del trabajo en contexto (“Sobre continguts i estratègies” Ramon Grau, 2009. Adaptación de Iván Marchán. LIEC, 2011)

El contexto “(...) se refiere al análisis de una situación o problema complejo, relevante socialmente y del entorno del alumnado, que se realiza durante un largo periodo de tiempo (semanas). A partir de su estudio se van construyendo contenidos-clave necesarios para comprenderlo y para tomar decisiones, interrelacionándolos y organizándolos, junto con las experiencias y el nuevo lenguaje que se va generando, alrededor de modelos teóricos claves de la ciencia” (Sanmartí et. al, 2011)

Metodología

Teniendo en cuenta este enfoque didáctico, los objetivos competenciales y los conceptos científicos ligados a la asignatura en la que queremos implementar esta propuesta, nos planteamos la creación de una unidad didáctica con las características siguientes:

- Desde el modelo teórico se revisan contenidos de física trabajados anteriormente: fuerzas (vectores, centro de gravedad, equilibrio) y el comportamiento de los líquidos con la presión y, desde un marco más constructivista, se introducen contenidos nuevos: energía mecánica, el principio de conservación de energía y la degradación de la energía en situaciones reales.
- Desde el modelo de la imagen de la ciencia, se analizan la construcción y caída de un “castell” desde un punto de vista físico y se valora la importancia del error como punto de partida para el progreso.
- En cuanto a las habilidades cognitivo-lingüísticas, se trabajan el reconocimiento de contenido académico y el análisis crítico de las distintas formas de comunicación desde el punto de vista científico a partir de un documento audiovisual.
- Planteamos acciones poco habituales en una sesión tradicional: una charla con una persona vinculada al mundo de los “castells” que a la vez pertenezca al ámbito científico, y la preparación de una clase para el alumnado del Ciclo Medio de Primaria.

- Y por último, nos proponemos fomentar los valores del trabajo en equipo y el espíritu crítico.

Una vez diseñada la actividad se presenta a un grupo de investigadores expertos con el objetivo de validar su diseño. Después de incorporar los cambios sugeridos, se implementa en febrero de 2012 en un colegio de Barcelona donde participan 60 alumnos de 3 grupos de 4º de ESO en el marco de la asignatura de Física.

Desarrollo de la actividad

A continuación presentamos la descripción de las sesiones que forman parte de esta unidad desarrollada en 8 sesiones de una hora en las que el trabajo se alterna entre grupo-clase y grupos de trabajo cooperativo de 3 ó 4 personas.

La producción del alumnado se regula mediante trabajos de grupo en los que se incluye el trabajo individual bajo la responsabilidad del reparto de las tareas dentro del grupo. Esto conlleva distintos tipos de evaluación: individual, grupal, autoevaluación y *coevaluación*.

Se introduce la unidad didáctica con el visionado de un capítulo del programa “Què, qui, com?” (¿Qué, quién, cómo?) (TV3) y a continuación se inicia un debate en el que el alumnado reconoce los conceptos de física ya estudiados que aparecen en el vídeo.

En la siguiente sesión el alumnado trabaja en grupos cooperativos para realizar una exploración de los contenidos de la física que aparecen en el vídeo, indagando en el fundamento teórico relacionado, con el objetivo de descontextualizar para sintetizar los contenidos en una presentación oral para el grupo clase.

En la tercera sesión cada grupo cooperativo presenta ante el grupo clase las conclusiones de su investigación y plantea una pregunta para el resto del alumnado para *recontextualizar* los contenidos en otros contextos.

En la cuarta sesión, se introducen nuevos contenidos desde una perspectiva totalmente académica y fuera del contexto “casteller”, concretamente el concepto de energía mecánica, el principio de conservación de la energía y la conversión entre energía potencial y cinética, para relacionarlos nuevamente con el contexto. También se propone al alumnado que *recontextualice*, aplicando los contenidos a su entorno más cercano.

En la quinta sesión se revisan los conceptos estudiados mediante un ejercicio de aplicación donde el alumnado debe calcular la energía potencial de cada piso del “castell” y calcular la velocidad a la que llegan al suelo en el momento de la caída, dependiendo de la altura inicial de cada componente y considerando nulo el rozamiento. También se le pide que compruebe que dicha velocidad no depende de la masa frente a la importancia de ésta en el impacto de la caída.

Dedicamos la sexta sesión a separar los aprendizajes del contexto para abstraer y crear un modelo con la energía mecánica, principio de conservación de la energía, disipación de la energía en casos reales y trabajo como forma de transferencia de energía.

Durante la penúltima sesión se plantean actividades de aplicación de los contenidos, tanto en la vida cotidiana (factura de la luz, degradación de una bombilla, comparación de bombillas normales con las de bajo consumo) como en entornos relacionados con contenidos trabajados en las disciplinas de ciencias sociales y tecnología (máquinas simples: la palanca, construcción de catedrales, edificios japoneses...).

La última sesión se dedica a sintetizar los contenidos, a nombrar y discutir otras formas de transferencia de energía y a la evaluación de la actividad por parte del alumnado.

Resultados

Una vez finalizada la actividad, el alumnado valora positivamente su implicación, reconociendo el trabajo desde el contexto como una forma atractiva para la introducción de conceptos nuevos que de otra forma podrían resultar demasiado abstractos. El alumnado valora la actividad inicial, a partir de un programa de la televisión, como algo motivador y diferente. Sin embargo, no todos saben reconocer esta introducción más lúdica como elemento importante de la unidad didáctica, tal como indican durante la valoración de la actividad: *“Al empezar la actividad viendo un vídeo, parece que no sea clase y nos relajamos”*.

Respecto al resto de sesiones realizadas durante la actividad, parte del alumnado también destaca una incomodidad al tener que tomar apuntes y aprender de sus compañeros y compañeras, *“El hecho de que te lo expliquen los compañeros, te dificulta la comprensión de algunas cosas porque no les entiendes tan bien, de hecho no les escuchas tanto”*. En cambio, el alumnado con más dificultades responde positivamente ante la idea de que sea el compañero o compañera quien explica, pues muchas veces el vocabulario les parece más próximo y/o se expresan y plantean sus dudas de forma más cómoda porque se sienten entre iguales. El hecho de trabajar el respeto por la labor y el esfuerzo del compañero o compañera, entender que han dedicado un tiempo a preparar el contenido que presentan, que son también válidos para instruirlos en la materia, es importante, pues es lo que se encontrarán en el futuro.

De la misma manera, y por la creciente probabilidad de que en el futuro se encuentren en esa tesitura, es importantísimo, y así lo ha valorado la totalidad del alumnado, asumir la responsabilidad individual dentro del trabajo en equipo, metaforizado en la formación de un “castell”, porque tanto la persona que está en la “pinya”¹ hasta la que hace de “enxaneta”² tienen una labor determinada y clave en su construcción.

Soluciones y recomendaciones

De cara a futuras actividades similares, el alumnado reclama y agradece una pauta más clara de qué es lo que se espera de ellos desde que se plantea la actividad, pues el mero hecho de trabajar con metodologías y recursos tan diferentes y de duración tan corta, necesita un seguimiento mucho más sistematizado.

No olvidemos que se trata de alumnos y alumnas de 4º de ESO, que no tienen suficiente autonomía como para gestionar su tiempo y su trabajo. El trabajo cooperativo debería servir para desarrollar estas habilidades, potenciarlas y convertir al alumnado en personas cada vez más responsables y autónomas.

El hecho de contextualizar los contenidos facilita la incorporación de alumnos con dificultades, porque trabajando en contexto no necesitan el grado de abstracción muchas veces necesario para la comprensión de determinados conceptos de física.

CONCLUSIONES

Analizando los primeros resultados (controles, presentaciones y comparación de ejercicios que han aparecido en exámenes en años anteriores) se comprueba que hay un

¹Conjunto de personas que sostienen la base del “castell”.

²Niño/a que corona un “castell”.

tipo de alumnado, normalmente el más desencantado con la física, al que trabajar en contexto le motiva y le supone un reto, lo que comporta una ligera mejoría no solamente en las notas sino también en la calidad de los trabajos presentados.

El alumnado acostumbrado al estudio reproductivo y memorístico, práctica que tratamos de evitar a toda costa durante las clases de ciencia, muestra más dificultades ante este tipo de actividades por tratarse de una manera de trabajar mucho menos repetitiva, donde se abordan varios temas a la vez y donde muchas veces les resulta difícil identificar los puntos que se deben tener en cuenta para responder o justificar aquello que se plantea.

Por otra parte, el alumnado con más capacidades, lejos de obtener resultados brillantes, muestra un ligero empeoramiento en los resultados, pero -y esto es lo más importante- recuperan la motivación y la justificación en el estudio de la Física como ciencia experimental aplicable en muchísimos fenómenos que ven en su día a día.

Es importante que el alumnado aprenda a enfrentarse a cuestiones cotidianas, fuera del contexto de la situación ideal planteada por los modelos de la física, porque son situaciones más reales, y esto les permitirá establecer relaciones con otros contextos donde sucedan fenómenos con causas similares. Sin olvidar que durante la fase de descontextualización, se lleva a cabo una modelización y/o simplificación para que el alumnado pueda, aun habiendo trabajado un contenido desde el contexto, aplicar este contenido a contextos diferentes o a un problema tradicional de física. El contexto sitúa y enriquece el aprendizaje, no lo estigmatiza.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU2009-13890-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

Bouttier, Michel (1988). *Cathédrales. Comment elles sont construites. Vol. 1.* Le Mans: Création et Recherche.

Castellers de BCN: <http://castellersdebarcelona.cat/moncasteller/introduccio/ca> Último acceso el 29 de mayo de 2012.

Coordinadora de Colles Castelleres de Catalunya. (2011). *El risc dels castells.* Último acceso el 23 de marzo de 2012, desde <http://www.cccc.cat/data/files/pdf/dossier%20risc%20castells%20gener%202011.pdf>

Currículum educació secundària obligatòria – Decret 143/2007 DOGC núm. 4915. Física i química. Último acceso el 23 de marzo de 2012 desde http://phobos.xtec.cat/edubib/intranet/file.php?file=docs/ESO/fisica_quimica_eso.pdf

Currículum educació secundària obligatòria – Decret 143/2007 DOGC núm. 4915. Annex I Competències bàsiques. Último acceso el 23 de marzo de 2012 desde http://phobos.xtec.cat/edubib/intranet/file.php?file=docs/ESO/competencies_eso.pdf

Grau Sánchez, R.(2009) *Altres formes de fer ciència. Alternatives a l'aula de secundària.* Associació de mestres Rosa Sensat. Premi Marta Mata de Pedagogia 2009.

Grau Sánchez, R.(2010) *Contextualitzar i problematitzar. L'organització de continguts curriculars al voltant dels projectes*. Comunicación presentada en las 20s Jornades CdA, Barcelona.

Grau Sánchez, R. (2012). *L'enfocament ciència, tecnologia i societat per a l'ensenyament de les ciències naturals*. Último acceso el 23 de marzo de 2012, desde <http://www.xtec.cat/~rgrau/documents/documents.htm>

Roset i Llobet, J.(2000) *Manual de supervivència del casteller. La ciència al servei de les torres humanes*. Cossetània

Sanmartí, N.; Burgoa, B. y Nuño, T. (2011) *¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas?* Alambique : Didáctica de las Ciencias Experimentales, 67, 62-69.

TERMCAT, CENTRE DE TERMINOLOGIA. *Diccionari casteller [en línia]* Barcelona: TERMCAT, Centre de Terminologia, cop. 2007. (Diccionaris en Línia). Último acceso el 23 de marzo de 2012, desde http://www.termcat.cat/ca/Diccionaris_En_Linia/2/

Vídeo “Pinya, força i manilles”: <http://blogs.tv3.cat/quequicom.php?itemid=42272>. Último acceso el 23 de marzo de 2012.

Las unidades didácticas desde un enfoque CTS-Arte en la Asignatura CMC

Serón, F.J., Fernández Manzanal, R., Sánchez González, D.

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

Correo electrónico. fjser@unizar.es

RESUMEN

Esta comunicación defiende la elaboración de unidades didácticas para la materia Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC). La investigación se enmarca dentro de una propuesta mucho más amplia atendiendo a un enfoque al que hemos denominado CTS-Arte. El objeto de la misma es valorar cómo los materiales elaborados en esta propuesta, mejoran la motivación del alumnado en una materia científica. Todo ello en el contexto de una escuela de arte y en un ámbito eminentemente artístico-humanístico. Al mismo tiempo se incide en cómo el conjunto de actividades asociadas a esta propuesta y su metodología, es valorada por el resto de la comunidad educativa de cara a un objetivo más general, romper los límites que separan las distintas disciplinas y culturas.

Palabras Clave: Arte, Ciencia, CMC, CTS.

INTRODUCCIÓN

"Todas las Artes y Ciencias son ramas del mismo árbol que están dirigidas a ennoblecer la vida humana" (**Albert Einstein**)

El Real decreto 1467/2007 de 2 de Noviembre establece el currículo de bachillerato y la programación de la materia común CMC. Esta incorpora contenidos y metodologías con un claro objetivo, la alfabetización científica del alumnado. De perfil cultural más que academicista, se acerca a la comprensión de aspectos que no solo interesan a los científicos y que forman parte de nuestra cultura, todo ello bajo un enfoque CTS (ciencia, tecnología y sociedad)

El objetivo más ambicioso, es el reconocimiento de la influencia recíproca entre distintos

aspectos de la cultura científico-tecnológica y otras representaciones culturales. Las dificultades de alcanzar estos objetivos en ámbitos educativos tan diversos como son los diferentes bachilleratos, nos llevó durante el primer curso de aplicación de la materia, a la búsqueda de nuevas estrategias y metodologías.

Hemos de señalar que las escuelas de arte, en el contexto de los centros educativos, presentan sus propias señas de identidad. El alumnado del bachillerato artístico manifiesta a su vez ciertas características como son la desmotivación, cierta aversión e incompreensión hacia la presencia de materias científicas en su currículo formativo, parámetros que chocan con los objetivos planteados por la misma y que suponen un mayor reto en la dinámica del aula como hemos podido observar a través de preguntas al comienzo de cada curso.

Este ámbito educativo sin embargo no tiene porque ser una traba, y como señala Morin (1994), debe ser visto como una oportunidad para implementar estrategias, metodologías y enfoques novedosos. Estos presupuestos y la valoración de las propuestas realizadas durante los primeros cursos bajo ese enfoque CTS-Arte, nos condujeron a plantearnos el desarrollo de unas unidades didácticas dónde tanto los contenidos, como las actividades, favorezcan unos aprendizajes ajustados al contexto y a las características del alumnado.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

El objeto de esta comunicación es analizar cómo las unidades presentadas en el contexto de un bachillerato artístico bajo un enfoque CTS-Arte mejoran los aprendizajes. Se mostrará cómo estos materiales indiquen de forma positiva en las actitudes del alumnado desde una propuesta de aplicación mucho mas amplia. Al mismo tiempo se valorará como en una realidad formativa tan alejada de la ciencia, existe una influencia positiva en el ámbito educativo de desarrollo, hecho que se pone de manifiesto a través de los distintos comentarios recogidos entre el cuerpo docente.

Hasta el momento presente se han elaborado dieciocho unidades, de las cuales se han aplicado durante el curso presente seis de las mismas. Estas corresponden a las elaboradas durante el curso 2010/2011 por un grupo de profesores del departamento científico, dentro de un grupo de trabajo correspondiente al plan de formación del profesorado. Estos materiales se insertan dentro de una propuesta que incluye la elaboración de proyectos plásticos partiendo de los contenidos trabajados en el aula, su selección y puesta en valor a través de diferentes exposiciones dónde se pretende que el alumnado visualice la estrategia de interacción CTS-arte y todas las implicaciones que suponen desde el punto de vista artístico el conjunto de acciones que llevan a ello.

Del conjunto de unidades aplicadas, se presenta en esta ponencia la titulada “CIBEREVOLUCIONANDO: Las máquinas que no descubrió Darwin”, exponiendo algunas de las actividades asociadas a la misma, así como las estrategias y metodologías empleadas en el aula. Los contenidos de la misma, referencian aquellos aspectos del currículo de CMC relativos a los mecanismos evolutivos, mas allá de las teorías de la evolución de Darwin o la teoría sintética. Se trata mas bien de mostrar al alumnado el estado de la cuestión, a través de los últimos descubrimientos, hipótesis y teorías aparecidas a finales del siglo XX y principios del XXI.

Conviene destacar la importancia que se le ha proporcionado a la historia de la ciencia y su naturaleza en el conjunto de unidades. Para evidenciar estos dos aspectos, se ha tratado de visualizar a las personas que han construido el cuerpo de conocimiento, así como las distintas polémicas que emanan de esta construcción, partiendo de su naturaleza. Estas cuestiones tienen su reflejo, tanto en los contenidos, como en las actividades que se plantean al alumnado. Otra de las cuestiones importantes, es destacar como las unidades tratan de aportar una visión unitaria en la cuál la creación, no está exclusivamente asociada a los aspectos visuales o plásticos, si no que presenta múltiples conexiones con la investigación científica-tecnológica. Como manifiesta Mariano Barbacid en una entrevista de hace unos años, “Las principales virtudes de un científico deben ser la vocación, el rigor y la creatividad”(2008, Diciembre 19)

En la unidad presentada, se muestra, cómo diferentes expresiones de la cultural visual han utilizado la evolución y sus principales representantes teóricos en sus argumentos. Sea el caso de Stephen Jay Gould, aparecido en la serie de animación norteamericana “Los Simpsons”. Esta serie, como analiza Malaspina (2010), está repleta de múltiples referencias al ámbito científicas y a la evolución en concreto.



Figura 1 Stephen Jay Gould



Figura 2 Stephen Hawking

Estos ejemplos y representaciones visuales, nos permiten plantear distintas actividades en las que el alumnado se aproxima a los contenidos científicos desde un punto de vista artístico. En esta unidad se les plantea tomar las figuras de Richard Dawkins o Lynn Margulis, para la preparación de un argumento de un comic, transformando a los mismos en personajes de animación. Con esta actividad y siguiendo las indicaciones de diversos autores respecto a las estrategias CTS, se trabaja en grupo o de forma individual y llevan a cabo una investigación de cara a la creación de una obra artística en el ámbito del comic, la animación o la ilustración.

Otro de los aspectos importantes en el desarrollo de las unidades, ha sido la inclusión de apartados específicos en los que se muestre explícitamente la relación entre la ciencia y otras expresiones de la cultura y la utilización que han hecho distintos creadores de esta relación de las culturas contemporáneas. En la presentada se aproxima al alumnado al mundo del cómic y la animación, dada la importancia que tiene esta disciplina en la escuela de arte.

Bajo el título de “Mutaciones Artísticas”, se hace un recorrido por el mundo del comic de superhéroes y sus grandes creadores, sea el caso de Stan Lee(1964) padre de los 4 fantásticos o de Spiderman, enfatizando el uso que han hecho de distintos ejemplos de mutaciones para mostrar, en el contexto de una evolución de ciencia ficción, la obtención de esos súper-poderes. La exposición a la radiación o el picotazo de una araña genéticamente modificada, aportan ciertos argumentos de carácter científico a la creación artística.

Estos argumentos y ejemplos de la cultura del comic y de su relación con aspectos científicos, nos permiten trabajar en pequeños grupos y plantear proyectos artísticos en los que, los contenidos, el debate y la reflexión del alumnado presenta aspectos lúdicos desde una perspectiva CTS-Arte.



Figura 3 Spiderman

Esta parte de la unidad nos permite a su vez trabajar y preparar una perspectiva evolutiva que enlaza con otra de las unidades elaboradas, “Somos Humanos: Por qué somos como somos”. Los ámbitos de la evolución humana son interesantes para generar un debate en el aula en el cuál el alumnado, se plantea que consecuencias podría llegar a tener si el ser humano comienza a controlar su propio destino evolutivo a través por ejemplo de la manipulación genética.

Por último se les plantea una actividad en la que argumenten y creen, a partir de un mecanismo evolutivo real, una pequeña animación o historia de ficción en el que den vida a un personaje con habilidades especiales.

Como se aprecia en esta breve aproximación, el conjunto de actividades es variada en función de los contenidos trabajados, permitiéndonos trabajar en el aula diferentes aspectos y estrategias. Estas, solo muestra una parte de la propuesta general y de la dinámica del aula y del centro. El conjunto del proyecto se inserta, cómo ya hemos mencionado, en un proyecto de elaboración de obras artísticas de un mayor formato, acordes a distintos contenidos a lo largo del curso. Proyectos consistente en investigación, selección de los contenidos concretos, realización de una memoria científica y artística, elaboración de la obra, selección de las obras a exposición y preparación de la exposición con el alumnado seleccionado. Con una motivación final, el premiado de una o dos de las obras.



Figura 4 Obra realizada por alumna de la Escuela para la exposición sobre evolución y genética. Año 2010

Antecedentes de la Investigación

Durante los dos primeros años de puesta en marcha de la materia, se han empleado diversos instrumentos de análisis cualitativo y cuantitativo para valorar la incidencia en el alumnado del enfoque CTS-Arte y la metodología de trabajo. Instrumentos consensuados entre los miembros del departamento científico-tecnológico de la escuela de arte, responsable de la materia y el departamento de didáctica de las ciencias experimentales de Unizar.

Para conocer la situación inicial y los cambios producidos por la propuesta, tanto el trabajo por proyectos artísticos, como posteriormente la incidencia de las unidades didácticas, se emplearon los modelos desarrollados por Tamir y Lunette (1979) bajo la experiencia de Quintanilla (2008) sobre el estudio comparativo de dos instrumentos de análisis, el KPSI y el Pre-test, que permiten valorar la congruencia en las respuestas.

A su vez y siguiendo el modelo desarrollado por Fernández Manzanal(1993), tomado del análisis recomendado por Taylor y Bodgan(1986), utilizamos entrevistas para reconocer el significado que ha tenido para los estudiantes la experiencia de los proyectos artísticos. Entre los resultados de las entrevistas nos encontramos con valoraciones de este tipo expresadas así por el alumnado: *"El trabajo por proyectos artísticos me ha permitido tener un mayor conocimiento de los temas porque lo investigaba yo para la elaboración de una obra plástica y ha sido mucho mas interesante que en otras materias"*.

Estas valoraciones nos mostraron cómo, aquellos contenidos y temas que formaron parte del trabajo por proyectos, dan lugar a mejores resultados en el KPSI y en el Pre-test, y al mismo tiempo son puestas de manifiesto, desde los aprendizajes emocionales, como mucho mas cercanos a los intereses del alumnado.

Este trabajo nos incitó a buscar experiencias que hayan podido desarrollar materiales bajo metodologías y enfoques similares. Hasta dónde hemos podido ver, son escasas las aportaciones que se han hecho en este sentido. Cachapuz (2007) en su experiencia, defiende el papel que juega el arte en la enseñanza de las ciencias permitiendo romper los límites interdisciplinarios de la enseñanza formal. Carretero (2011) realiza diferentes experiencias alrededor de la figura de Leonardo da Vinci en el instituto Isabel La Católica de Granada, que presentan ciertas similitudes en cuanto a nuestra propuesta y a los materiales elaborados. de Prada (2011) nos presenta a través de una experiencia materializada en el museo del Prado con el alumnado del instituto de secundaria de Las Lagunas de Madrid, un recurso didáctico en el que se pretende mostrar la química que se esconde en las grandes obras de la pintura.

Entre las instituciones que han realizado un estudio pormenorizado del estado de la interacción arte, ciencia y tecnología se encuentra la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) que en su libro blanco sobre la interacción, Arte, Ciencia y Tecnología (2006) se analiza que recursos, materiales y estrategias se están dando en este campo, ante todo en los ámbitos universitarios.

Con la experiencia consolidada tras varios cursos, partimos de la hipótesis de la investigación de que el trabajo por proyectos artísticos, motiva al alumno en sus aprendizajes emocionales y actitudes con respecto a la ciencia. Planteada esta hipótesis y los antecedentes citados anteriormente, el grupo de docentes que imparte la asignatura decidimos introducir nuevos cambios en los materiales curriculares. Estos se centran ante todo en la posible sustitución del libro de texto de CMC por materiales propios, mas contextualizados al ámbito de actuación y bajo la perspectiva CTS-Arte.

El desarrollo de los mismos adopta modelos de propuesta CTS, aquellas que emanan de los programas SATIS(1984)

El desarrollo de los mismos va a adoptar modelos de propuestas CTS, como son aquellas que emanan de los programas S.A.T.I.S(1992). Estos modelos, junto con las experiencias y materiales estudiados, forman la base estructural de las distintas unidades y de la presentada en esta comunicación, que de forma mas detallada se expondrá en la ponencia.

Conclusiones

El trabajo de elaboración de unos materiales adaptados a las características del alumnado y de un centro de formación artística, desde un departamento científico, ha sido y sigue siendo una tarea ardua pero al mismo tiempo enriquecedora y llena de matices.

Nos hemos enfrentado a la labor de encontrar estrategias innovadoras que favorezcan los aprendizajes y permitan alcanzar los objetivos generales y los planteados desde la propuesta general, romper las barreras que aíslan las diferentes culturas. Con estos materiales y herramientas pretendemos nada mas que enseñar a ver con nuevos ojos.

La aplicación de las unidades a lo largo del primer trimestre del curso 2011/212 y en concreto la presentada en esta comunicación, muestra cómo el alumnado mejora ante todo las actitudes hacia la ciencia y sus aprendizajes. Este hecho viene reflejado en los resultados, obtenidos a través de los distintos instrumentos de análisis empleados en la investigación que denotan cómo está incidiendo positivamente el proyecto artístico en el aprendizaje y los nuevos materiales curriculares.

El desarrollo de las distintas actividades planteadas en la unidad también es un reflejo de esta mejora. Este conjunto de datos recogidos hasta la fecha, con un mero valor cualitativo, nos hace ser optimistas en cuanto a la valorización de los materiales, y siempre teniendo en cuenta que forman parte de una propuesta mas amplia que incluye la preparación de exposiciones con las obras artísticas del alumnado, insertándoles dentro de la dinámica expositiva y creativa. A lo largo de los años se han empleado diferentes recursos provenientes del campo artístico

Es lícito afirmar que existen abundantes aspectos por mejorar en los materiales propuestos, y que también se reflejan en los análisis previos. Otra de las cuestiones que se reflejan en la propuesta, es el escaso bagaje en el análisis de materiales visuales por parte del alumnado, un hecho que se ha hecho evidente y que nos lleva a plantearnos como buscar estrategias y que nos permitan trabajar en ámbitos mucho mas interdisciplinares para mejorar estos aspectos, que si bien caen fuera de nuestro ámbito de actuación y formación docente, son necesarios desde la estrategia y el enfoque CTS-Arte, en el campo de un trabajo interdisciplinar.

BIBLIOGRAFÍA

Arellano, M., Jara, R., Merino, C., Quintanilla, M., Cuella, L. (2008). Estudio comparativo de dos instrumentos de evaluación diagnóstica aplicados a profesores de química en formación: un estudio piloto. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7(1), Artículo 1. Último acceso el 6 de Junio de 2010, desde <http://www.saum.uvigo.es/reec/lang/spanish/reecantiguo.htm>

Cachapuz, A. (2006) Arte y Ciencia: ¿Qué papel juegan en la educación en ciencia. *Rev. Eureka Enseñ Divul. Cienc*, 4(2) , 287-294. Último acceso el 24 de Octubre de 2010, desde <http://venus.uca.es/eureka/revista>

Carretero, B. (2011) Leonardo da Vinci y la nutrición humana. *Rev Eureka Enseñ Divul. Cienc*, 8(1), 93-104. Último acceso el 12 de Febrero de 2011, desde <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/issue/view/7/showToc>

De Prada, I.F. (2011). El Museo Nacional del Prado como recurso didáctico en Química. *An.Quím*, 107(3), 253-261

Fernández Manzanal, R. (1993). La Ecología en la Educación Ambiental, influencia del trabajo de campo en el aprendizaje de conceptos de Ecología en el bachillerato. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad de Santiago de Compostela.

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, (2006). El libro blanco de la interrelación entre Arte, Ciencia y Tecnología en el Estado español. Madrid. Fecyt Editorial.

Malaspina, M. (2011). “*La ciencia de los Simpsons: El universo con forma de rosquilla*”. Valencia. Universitat de Valencia. Servei de publicacions

Morin, E. (1994) *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona. Gedisa Editorial.

Tamir, P., & Lunetta, V.I. (1978) An analysis of laboratory activities in the BSCC. Yellow versión. *The American Biology Teacher*, 40, 353-357.

Fabricación de una balanza

Autores: * Solano Martínez, I. y ** Fernández Durán, E.

* *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Murcia.* isolano@um.es

** *Departamento de Física Teórica y del Cosmos. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.* efedu@ugr.es

RESUMEN

Se establece de manera detallada el proceso para la fabricación de una balanza, a partir de materiales que poco tienen que ver con las sofisticadas balanzas que ofrece la tecnología actual. De manera similar se establecen a partir de materiales corrientes, el patrón de sustancia y una unidad de peso no consensuada, así como la correspondiente caja de pesas. El trabajo está diseñado para que el discente entre en contacto con la información evidente que emana de dicho proceso de fabricación y que es necesaria para conceptualizar de manera adecuada la sustancia y su determinación numérica el peso. Esto está muy alejado de las denominadas prácticas de laboratorio con la balanza, en las que lo único pretendido es el uso correcto de los sofisticados artilugios producidos por la tecnología actual, que ni siquiera poseen pesa de contraste avalada.

Palabras clave

Balanza, elementos de la balanza, patrón de sustancia, unidad de sustancia, caja de pesas.

INTRODUCCIÓN

La distinción entre Peso y Masa, es un problema pendiente, a pesar de los numerosos artículos, que sobre ello se han escrito en el último siglo (véanse, por ejemplo, las discusiones en *Physics Education*, *American Journal of Physics* o *The Physics Teacher*). La falta de resolución se debe tanto al predominio del convenio establecido sobre la masa como a la carencia de la información que la mayoría de los científicos actuales poseen sobre el peso (Fernández, Jiménez y Solano, 2007b, 2011).

En cuanto al convenio que estableció la masa como magnitud física hay que considerar:

- 1) Nadie ha definido la masa (Fernández, Jiménez y Solano, 2011).
- 2) Newton denomina indistintamente como masa, cuerpo y cantidad de materia, al producto de la densidad por el volumen (Newton, 1987).
- 3) Newton afirmó que la masa es derivada del peso (Newton, 1987).
- 4) Newton confunde la masa con la inercia de los escolásticos (Fernández, Jiménez y Solano, 2007b, 2008, 2011).
- 5) Euler estableció la masa puntual como concepción matemática en sustitución de la inercia (Truesdell, 1975).

- 6) Lagrange y Laplace consolidan la masa puntual matemática como sustituta de la inercia (Truesdell, 1975).
- 7) La Comisión internacional de Pesos y Medidas, haciendo caso omiso a su nombre y sin razón alguna, conviene en sustituir la denominación de peso a lo determinado por la balanza y la caja de pesas, por el nombre de masa, asignando el nombre de peso a lo determinado por los dinamómetros rotulados en kilogramos (las denominadas balanzas de resorte que no son balanzas porque no utilizan pesas) (Comité International des Poids et Mesures, 1888).
- 8) El peso es la magnitud comercial por excelencia, establecida por leyes y reglamentos, mientras que la masa nunca se ha establecido legalmente como magnitud comercial (Steiner y Kruse, 2005, Fernández, Jiménez y Solano, 2011).
- 9) En todo caso, la masa será una magnitud dinámica y como tal debe establecerse con una experiencia de la fenomenología dinámica y no con la balanza que es una experiencia de la fenomenología de la quietud (Fernández, Jiménez y Solano, 2007b, 2011).

En cuanto a la carencia de información de los científicos actuales sobre el peso (Fernández, Jiménez y Solano, 2010a, 2011) hay que destacar:

- 1) Desconocen la historia escrita acerca del peso y su uso comercial por todas las culturas conocidas, desde la más remota antigüedad, como muestra la Biblia.
- 2) Carecen de la suficiente práctica con la balanza y su uso obligado de la caja de pesas, para comprender la indiscutible denominación de peso de sus resultados.
- 3) El problema no está en la distinción entre peso y masa; sino en la correcta rotulación de los dinamómetros (las denominadas balanzas de resorte), pues éstos tendrían que ir rotulados en Nétwtones y no en kilogramos.
- 4) La balanza no posee escala y sus resultados numéricos se denominan pesos; porque dependen exclusivamente de la caja de pesas.

Todo lo anterior justifica y fundamenta la siguiente exposición sobre la fabricación de una balanza.

FABRICACIÓN DE UNA BALANZA

1.- Material

- Base soporte
- Dos o más Varillas metálicas cilíndricas rectas
- Pinza de bureta
- Hilo inextensible
- Tizas de las usadas para pintar en las pizarras
- Vasos pequeños de plástico
- Porciones de trigo y yeros, o arroz y veza, o de cualquier cereal y legumbre, así como de arena, de virutas de hierro, perdigones de plomo, trocitos de cobre etc.
- Cuerpos que tengan desiguales extensiones, esquistos (pizarras), dolomías, mármol, madera, cuarzo, etc.

- Bloque de plastilina
- Trozo de cañavera

2.- Colocar la base soporte en una superficie de manera que quede bien apoyada. Tomar una de las varillas metálicas, comprobar que es recta alineándola con la normal a la pupila del ojo dominante. Colocarla en la base soporte, de manera que queda anclada de manera firme (una vez anclada la varilla el conjunto debe comportarse como un solo cuerpo). Colocar la pinza de bureta en la parte alta de la varilla anclada en el soporte.

3.- Tomar un trozo de hilo inextensible como de un palmo de largo. Hacer un lazo fijo en uno de los extremos del trozo de hilo, que no sea muy grande, pero que admita que pasen por su interior el tornillo de la pinza de bureta. En el otro extremo del hilo se hará una lazada con nudo corredizo. Introducir el tornillo de la pinza de bureta en el lazo fijo del trozo de hilo y colocarlo en el primer canal del filete helicoidal del tornillo (aquél por el que la tuerca inicia el roscado).

4.- Tomar una de las varillas restantes. Comprobar que esta varilla es recta, como ya se ha expuesto. Comprobar que la mesa de trabajo es plana. Para eso se coloca la varilla sobre su superficie y se gira sobre su eje pequeños ángulos, contrastando que en todos ellos, la superficie de la mesa y la correspondiente generatriz de la varilla están en contacto total.

Medir la varilla. Para esto se tomará el hilo inextensible y colocando el extremo del hilo enrasado con una de las bases de la varilla, se alineará con una de las generatrices de ésta, hasta que se alcance el otro extremo (la otra base) de la varilla. Se cortará dicho trozo de hilo que coincide con la longitud de la generatriz de la varilla y tomando sus extremos juntos, se enrajarán con una de las bases de la varilla. Introduciendo la punta de un bolígrafo en la lazada que forma el hilo, se tensará para buscar el punto del hilo que lo divide en dos partes iguales (mitades) y alineándolas con la varilla, se marcará el punto alcanzado en la varilla. Si la medida está bien hecha, alineando los dos extremos de trozo de hilo con la otra base y repitiendo el resto de la manipulación antes expuesta, las marcas sobre la varilla coincidirán (se pueden ofertar otros métodos evitando el uso de instrumentos calibrados).

5.- Se introducirá la varilla marcada en el centro de su generatriz, por la lazada con nudo corredizo del trozo de hilo suspendido del tornillo de la pinza de bureta. Se colocará el hilo de la lazada en la marca que la divide en dos mitades y se apretará el nudo corredizo. Cuando la varilla quede libre y alcance la quietud, debe quedar horizontal o próxima de dicha horizontalidad. Si no queda horizontal, el hilo de la lazada en contacto con la varilla, se moverá una pequeña distancia hacia el lado de la varilla que estaba más bajo. Esta etapa no tiene gran importancia y basta con que la varilla quede próxima a la horizontal.

6.- Se tomará un vaso pequeño de plástico y se le harán dos agujeros próximos al borde superior (a una distancia del mismo como el grosor de un dedo), y opuestos según el eje del vaso. Con un trozo de hilo y utilizando los agujeros, se le pondrá a dicho vaso un asa. El trozo de hilo del asa debe ser suficientemente largo para que admita un nudo de ballestrinque, con el que se fijará a uno de los extremos de la varilla colgada de la pinza de bureta. Se procederá igual con otro vaso, que se colocará en el otro extremo de dicha varilla. El conjunto en quietud debe tener la dimensión mayor de la varilla próxima a la horizontal. Para conseguir que se alinee con la horizontal, se tomará el hilo y se irá enrollando sobre el extremo más alto de la varilla, hasta que ésta se incline al otro lado. Se corta el hilo para liberar el carrete o madeja, del resto enrollado en la varilla. Se van

cortando pequeños trozos del hilo enrollado en la varilla, hasta que se consiga que ésta quede horizontal.

7.- Se toma una pequeña porción de trigo (como la que se puede tomar con una cuchara sopera) y se introduce en uno de los vasos. Después se echa en el otro vaso una porción algo menor y a continuación se le va agregando trigo poco a poco, hasta conseguir que la varilla balancee. Se tocará uno de los extremos de la varilla, para amortiguar dicho balanceo y conseguir que la varilla quede en quietud. Si la varilla no queda horizontal se agregará grano a grano, trigo en el vaso que esté más alto, hasta que la generatriz de la varilla quede horizontal.

Contrastar que la varilla no balancea mientras las cantidades de trigo en ambos vasos son muy diferentes y que se inicia el balanceo cuando las cantidades de trigo en ambos vasos son casi iguales. La preponderancia del balanceo en este conjunto determina su denominación como balanza. Esta balanza es el instrumento que permite medir una propiedad de los cuerpos que está bajo la identidad que poseen dichos cuerpos por su extensión (figura y tamaño). Esta propiedad que está bajo la extensión se denomina substrato, substancia o sustancia, según avanzaba el proceso conceptual sobre ella. Al comienzo, como subyace a la extensión, se denomina substrato. Luego adquiere identidad propia y se denomina sustancia, para finalmente establecerse con independencia total de la extensión y pasar a ser más importante que ésta, con la denominación sustancia (Fernández, Jiménez y Solano, 2007a, 2009).

8.- Para contrastar que la balanza determina cantidades iguales de sustancia, se procederá de la siguiente manera. Se tomará el trigo de uno de los vasos anteriores y se echará en un nuevo vaso de plástico roturado con el uno. Se volverá a equilibrar la balanza echando yeros en sustitución del trigo que se ha colocado en el vaso uno. Una vez equilibrada la balanza se vaciará el vaso que contiene los yeros en un nuevo vaso rotulado con el dos. Se procederá de igual modo para las demás sustancias de que se disponga, obteniendo los correspondientes vasos con rotulación y sustancias distintas. A continuación se vaciará el vaso de la balanza que contenía trigo desde el principio, en un nuevo vaso que se rotulará con P, y se contrastará que la varilla de la balanza queda horizontal. Se tomará un vaso cualquiera de los rotulados y su contenido se echará en uno de los vasos de la balanza. Luego se tomará otro cualquiera y su contenido se echará en el otro vaso de la balanza. Se comprobará que el balanceo de la balanza es simétrico con respecto a la horizontal y que si se toca para que quede en quietud, la varilla quedará horizontal. El proceso debe repetirse al menos tres veces, devolviendo los contenidos de los vasos de la balanza a los correspondientes vasos rotulados.

Lo que se demuestra con el proceso anterior es, que aunque las extensiones que hay en ambos platillos son distintas, los substratos correspondientes son iguales. Esto implica que el substrato es constante y posee la propiedad transitiva (esto se denominaba criterio de igualdad). También se debe observar que el balanceo simétrico respecto a la horizontal es equivalente a la posición horizontal de la varilla de la balanza y a su equilibrio en quietud.

9.- Se repetirá la experiencia anterior; pero colocando en uno de los vasos de la balanza uno de los cuerpos de que se disponga. En el otro vaso de la balanza se echará trigo hasta que la varilla quede horizontal. A continuación se vaciará el trigo de este vaso en el vaso rotulado con uno y que ya contenía el trigo de la experiencia anterior. Se echarán yeros en el vaso vacío de la balanza hasta que la varilla vuelva a quedar horizontal y luego estos yeros se vaciarán en el vaso rotulado con dos que ya contenía

los yeros de la experiencia anterior. Se procederá de igual manera para las demás sustancias de las que se disponga.

A continuación agregará al vaso que contiene el cuerpo el contenido del vaso rotulado con P y en el otro vaso de la balanza se echará el contenido de cualquiera de los vasos rotulados, comprobando que la oscilación de la balanza es simétrica respecto a la horizontal. Se vaciará el vaso de la balanza que contiene el cuerpo en el vaso rotulado P y el otro vaso de la balanza en el correspondiente rotulado que está vacío. Se repetirá el anterior proceso al menos tres veces con los contenidos de vasos elegidos al azar.

La experiencia anterior muestra que las cantidades de sustancia que poseen los vasos rotulados son iguales; pero también muestra que la sustancia posee la propiedad asociativa (esto se conoce como criterio de suma).

Cuando una variable física cumple los criterios de igualdad y suma, se dice que es una magnitud, es decir, es una variable o propiedad, de la fenomenología correspondiente, que admite la valoración numérica (Fernández, 1987). Algunos valores numéricos asignados por convenio a variables físicas no son magnitudes; ya que no cumplen los criterios de igualdad y suma, por ejemplo, las escalas asociadas a la temperatura.

Conviene dejar claro que la extensión posee como componentes la figura y el tamaño, siendo ambos variables físicas, porque poseen criterio de igualdad, pero no de suma. La figura es una estructura (conjunto unívoco) de orientaciones y el tamaño es el conjunto de segmentos lineales asociado a la figura. El volumen, cantidad de puntos o valor numérico asociado al tamaño, sí es una magnitud física. De manera similar la sustancia es una variable física (hay distintas clases de sustancia); pero el peso, cantidad de sustancia o valor numérico asociado según las pesas, sí es una magnitud física.

10.- La elección de un patrón de sustancia.

De entre los cuerpos de que se disponga se elegirá uno que presente constancia en su extensión, frente a golpes, frente a cambios de potencial elástico, térmico, eléctrico o magnético y frente a contactos con otras sustancias químicas que no se oxide, hidrate, amalgame, etc.); porque todo ello avala la constancia de la sustancia.

11.- La elección de la unidad de sustancia.

Para elegir la unidad de sustancia se tendrá en cuenta en qué se va a usar dicha unidad y la base numérica que se aplicará para obtener los múltiplos y submúltiplos, de dicha unidad. Por ejemplo, la unidad se puede utilizar para el comercio o el intercambio, de cereales, de metales industriales, de productos alimenticios, de frutas, etc. para las reacciones químicas, para valorar metales preciosos, etc. Las bases numéricas que se han utilizado en distintas épocas históricas, han sido la sexagesimal como muestran las unidades de duración y de ángulos, la duodecimal que ha aplicado los países de habla inglesa hasta mediados del siglo pasado, y la decimal usada en el sistema internacional de unidades y en su antecesor el sistema métrico decimal. De acuerdo con estos criterios se elegirá la unidad de sustancia como igual a la sustancia del patrón o bien como múltiplo o submúltiplo del referente de la base numérica adoptada (en el sistema decimal la unidad sería diez veces mayor que la del patrón o la décima parte del mismo).

Lo más sencillo y fiable, es elegir como unidad de sustancia, la sustancia del patrón. La determinación de la unidad, cuando ésta se establece como múltiplo o submúltiplo, de la del patrón, así como la de los múltiplos y submúltiplos de la unidad, presentan el inconveniente de depender de la sensibilidad de la balanza. Los gobiernos han obviado

este problema estableciendo cuerpos contrastados tanto para la unidad de sustancia como para sus múltiplos y submúltiplos, que se denominan pesas. Estas pesas debían guardarse en una caja que garantizase la constancia de sus cantidades de sustancia frente al roce y la suciedad.

La completa comprensión del proceso anterior y de su importancia por corresponder a la primera magnitud física establecida, pueden lograrse estableciendo un conjunto de pesas particular. La cantidad de sustancia del cuerpo elegido antes como patrón se tomará como unidad y se designará como Pesón. Para establecer las pesas correspondientes al Pesón se utilizará plastilina y se procede así. Se coloca el cuerpo patrón en uno de los vasos de la balanza y en el otro se van introduciendo trozos de plastilina hasta que la varilla quede horizontal. Se toma un canuto de caña y se divide longitudinalmente por la mitad. Se toma la mitad del canuto que tenga menos irregularidades, se limpia si tiene suciedad y se recubre de plástico de envolver. Se toma la plastilina del vaso y se acopla en la parte interior de la mitad del canuto elegida antes. El diámetro del canuto debe ser tal que la porción de plastilina ocupe casi toda la longitud de la mitad elegida. Esta plastilina se enraza, para que su superficie coincida con el plano diametral que se usó para dividir el canuto, y sus caras laterales que no están en contacto con el trozo de canuto, deberán coincidir con las secciones rectas del canuto. La dimensión mayor de la superficie enraza se divide en diez partes iguales y siguiendo las secciones rectas correspondientes a dichas marcas, se cortará la plastilina. Hay que procurar extraer las partes de plastilina sin que se rompan o deterioren, y por ello se recubrió el interior de la mitad del canuto con plástico de envolver. Se comprobará, mediante la balanza que las diez partes de plastilina poseen la misma cantidad de sustancia. A continuación se toma una de dichas partes y se coloca en uno de los vasos de la balanza, colocando en el otro vaso un trozo de ladrillo cuya cantidad de sustancia sea algo mayor y este trozo de ladrillo se irá limando hasta que se consiga la horizontalidad de la varilla de la balanza. Este trozo de ladrillo se roturará con $1/10$ Luego se agrega una parte más de plastilina al vaso que ya tenía una y se toma otro trozo de ladrillo, procediendo de manera similar. El trozo de ladrillo obtenido cuya sustancia es igual a la de dos partes de plastilina, se roturará con $1/5$ Esta operación se repetirá para obtener otro trozo de ladrillo con roturación de $1/5$ Después se agregarán tres partes de plastilina junto a las dos que ya están en uno de los vasos de la balanza y se procederá de manera similar para obtener el trozo de ladrillo con igual cantidad de sustancia, el cual será roturado con $1/2$

El proceso seguido para obtener las partes de plastilina se puede repetir para obtener diez nuevas partes a partir de una de dichas partes. De igual manera se repetiría el proceso para obtener los trozos de ladrillo rotulados correspondientes.

El conjunto de trozos de ladrillo rotulados constituye un conjunto de pesas que son submúltiplos de la unidad de sustancia elegida.

Para elaborar el conjunto de pesas que son múltiplos de la unidad elegida, se procedería de manera parecida. Se harán diez porciones de plastilina cuyas cantidades de sustancia sean iguales a las del cuerpo patrón. Luego se juntarán dos de ellas y se elaborará un trozo de ladrillo que tenga igual cantidad de sustancia, que será roturado con 2P (dos pesones). Otro con tres y luego otro con las cinco restantes.

12.- El peso

El valor numérico que se asigna a la cantidad de sustancia de un cuerpo o de una porción de materia, en función de las pesas y por medio de la balanza, constituye su peso (Fernández, Jiménez y Solano, 2007b).

El peso posee una propiedad básica, que es ser independiente del lugar geográfico, que es evidente como muestra la balanza con su caja de pesas. Esto indica que es una propiedad intrínseca de los cuerpos, que no depende de ninguna otra propiedad del cuerpo ni exterior al cuerpo. Las indicaciones del dinamómetro (balanza de resorte) sí dependen del lugar geográfico y de otras propiedades externas al cuerpo (Fernández, Jiménez y Solano, 2007b, 2010a).

CONCLUSIONES

La anterior práctica se ha diseñado para la “instrucción formativa” del profesorado de Enseñanza General (Fernández, Jiménez y Solano, 2010b) ya que su proyección social es la única que puede rescatar los derechos de los ciudadanos frente a los abusos actuales del comercio, pues de acuerdo con las leyes comerciales todo ciudadano tiene derecho a:

- a) Que los dinamómetros (balanzas de resorte) estén rotulados de manera correcta, pero nunca en kilogramos.
- b) Disponer de pesas para que en todo momento se puedan contrastar dichos dinamómetros y cualquier balanza.
- c) Conocer las marcas legales que deben avalar el contraste de las pesas según la legislación actual.

BIBLIOGRAFÍA

Fernández Durán, E. (1987). *Física estructural y compendiada*. Granada: Servicio de Reprografía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2007a). La Primacía de la Información Física. En M.C. Carrión Pérez y otros (Eds.), *XXXI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física y 17º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. Comunicaciones científicas* (pp. 148). Granada: R.S.E.F.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2007b). Un caso concreto sobre la Didáctica y la Historia de la Física (El Peso y la Masa). En M.C. Carrión Pérez y otros (Eds.), *XXXI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física y 17º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. Comunicaciones científicas* (pp. 161). Granada: R.S.E.F.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2008). El concepto de movimiento de los escolásticos del siglo XIII. En M.R. Jiménez Liso (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 688-695). Almería: Universidad de Almería.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2009). Secuencia de actividades sobre el peso en la Enseñanza Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 2029-2032.

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2029-2032.pdf>

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2010a). Does the term dynamometer reflect its linguistic meaning? What should be called: forcemeter,

wattmometer, joulemometer...? Why? En I. Marulcu y M. Barnett (Eds.), *Contemporary science education research: international perspectives* (Ankara, Turkey: Pegem Akademi).

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2010b). La enseñanza general y algunas de sus variables (justificación de las dificultades de la enseñanza actual). En Consejo Escolar de la Región de Murcia (Ed.), *Nuevas Tendencias en la enseñanz de las ciencias y las ingenierías* (pp. 429-438). Murcia: C.E.R.M.

Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. (2011). La masa frente al peso (los convenios frente a la razón). En M.T. Barriuso Pérez (Ed.), *Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física y 21º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. Tomo II*. Santander: PubliCan, Ediciones de la Universidad de Cantabria.

Newton, I. (1987). *Principios matemáticos de la Filosofía natural. Libro 1*. Madrid: Editorial Tecnos.

Steiner, A.M. y Kruse, M. (2005). Mass contra weight, a 75 years old debt. *Seed Testing International*, 130, 61.

Truesdell, C. (1975). *Ensayos de Historia de la Mecánica*. Madrid: Tecnos.

Co-enseñando la indagación científica en inglés en talleres inter-nivel: una experiencia AICLE innovadora en Educación Primaria

Valdés, L., Dallari, L., Aguas, M., Espinet, M.

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales.
Universidad Autónoma de Barcelona lauravaldeessanchez@gmail.com*

RESUMEN

Presentamos una experiencia de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias y de la Lengua Extranjera en Educación Primaria que combina múltiples aspectos innovadores: Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera (AICLE), enseñanza colaborativa o co-enseñanza, indagación científica escolar, mezcla por niveles y el uso del huerto escolar. Este proyecto es llevado a cabo por dos maestras, una de ellas especialista en la enseñanza de las Ciencias y la otra en la enseñanza de la Lengua Inglesa, que trabajan colaborativamente en el aula y que cuentan con el apoyo de un equipo de investigación interdisciplinar formado por especialistas en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de la Lengua Extranjera.

Palabras clave

Enseñanza colaborativa, AICLE, Enseñanza de las Ciencias, Indagación científica escolar, Educación Primaria

Co-teaching, CLIL, Science Teaching, Science Inquiry, Primary Education

INTRODUCCIÓN

La presente comunicación relata una experiencia de co-enseñanza en el ámbito del aprendizaje integrado de ciencias y lengua inglesa en un contexto de Educación Primaria centrado en el huerto escolar y los talleres inter-nivel.

El enfoque AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera)

El aprendizaje de como mínimo tres lenguas es considerado una de las competencias básicas más importantes que la ciudadanía europea ha de desarrollar básicamente a través de su educación obligatoria. La importancia de la lengua reside en su papel como herramienta de integración y comprensión mutua, así como factor clave para la ocupación y la movilidad de los ciudadanos y el éxito de las empresas en un mundo globalizado. En respuesta a esta demanda, las instituciones educativas europeas de nivel primario, secundario y terciario están poniendo en práctica nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje de las lenguas, como por ejemplo el enfoque AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera), que constituye una plataforma política y educativa ampliamente aceptada en la Unión Europea.

Marsh (2002) define AICLE como “*cualquier contexto educativo que tenga el doble objetivo de usar una lengua diferente a la lengua materna de los estudiantes como*

medio para enseñar y aprender contenidos no lingüísticos". Este enfoque dual sustituye la noción de "enseñanza basada en contenidos" (*Content-based instruction*), y promueve la enseñanza de una segunda lengua mediante el aprendizaje de contenidos de otras áreas curriculares. De esta manera intenta paliar la paradoja de Mohan (1986) que describe que aunque la lengua es "un sistema que relaciona lo que se dice (el contenido) con los medios que se usan para decirlo (la expresión), en la clases de contenido se pasa por alto el papel de la lengua como medio de aprendizaje y en las clases de lengua no se tiene en cuenta el contenido que se quiere transmitir". De la misma manera, consideramos que cada área de conocimiento desarrolla un lenguaje propio y promueve unas prácticas comunicativas específicas que contribuyen a la construcción de conocimiento (Jorba et al. 1998). En consecuencia, aprender en el contexto de una asignatura no-lingüística supondrá aprender a ser competente en el desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas propias del área de conocimiento en la cual se trabaja, a la vez que se usa una lengua extranjera. Las dificultades tanto teóricas como prácticas de este enfoque son importantes, pero existe una fuerte voluntad política tanto a nivel local y nacional como europeo para promoverlo (APAC, 2005; Caballero i Masats, 1999; Marsh, 2002; Marsh et al. 2001).

Respecto a las reflexiones presentes en la literatura sobre investigación en AICLE Vallbona et al. (Escobar et al. 2011, pp. 151-158) destacan los siguientes factores que pueden condicionar su éxito: el tiempo de exposición a la lengua extranjera (L2), la exposición adecuada a la L2 (factor relacionado con la competencia lingüística del profesorado) y el uso de una metodología adecuada (implica tiempo para desarrollar materiales adaptados). Dalton-Puffer (2007) nos habla de la tensión existente entre lenguaje y contenido, a menudo se priorizan los objetivos de aprendizaje referidos a la asignatura utilizada para trabajar la L2 mientras que los objetivos de aprendizaje de la lengua quedan supeditados o ni si quiera se planifican. En este sentido, Canet i Evnitskaya (Escobar 2011 p. 174) nos hablan de la necesidad de coordinar los objetivos de la lengua y el contenido; en una clase AICLE de Ciencias, por ejemplo, el profesor de inglés podría olvidar la presentación cronológica tradicional de las formas gramaticales y adaptarla a las necesidades del lenguaje científico específico de cada tema, que requerirá ciertos patrones lingüísticos como comparaciones, uso de la pasiva, hipótesis, etc.

En base a estas consideraciones presentamos en el Cuadro 1 algunas herramientas que pueden ayudar a mejorar las prácticas de AICLE.

Herramientas de mejora AICLE

Formación inicial y continua del profesorado en lengua y/o contenido

Exposición adecuada a la L2 mediante la mejora de la competencia lingüística del profesorado

Generación de nuevos **materiales** didácticos

Planificación de objetivos realmente **integrados** de lengua y contenido

Cuadro 1. Herramientas de mejora AICLE

Queda patente, pues, la importancia de una coordinación eficaz entre el profesorado de los ámbitos que se persigue integrar en cualquiera de estos enfoques de AICLE. Las maestras que llevan a cabo la experiencia que presentamos han dado un paso más en esta coordinación y han empezado un proyecto de enseñanza colaborativa en un contexto AICLE.

Co-enseñanza en contextos AICLE

El trabajo colaborativo de estas maestras puede ser caracterizado como co-enseñanza (traducción del término inglés *co-teaching*) siguiendo la definición de esta práctica aportada por Davis-Willey y Crespo (1998). Estos autores hacen suyas las palabras de Trump y Miller y lo definen como aquella situación de aula en la que “*dos o más profesores... planifican, instruyen i evalúan en una o más áreas curriculares... utilizando una variedad de técnicas de apoyo para enseñar i aprender*”; y le añaden el significado de *proceso* que le aportó Woodward escribiendo: es un “*proceso i no un resultado final, que implica que los profesores trabajen juntos desde la fase inicial de planificación hasta el esfuerzo final*.”

Davis-Willey y Crespo (1998) recogen también en su *review* los beneficios de esta práctica que han sido documentados empíricamente, pero de especial importancia nos parecen las posteriores aportaciones de Roth y Tobin (2004) que definen la co-enseñanza como “*un motor de cambio de la praxis educativa*” y como “*un cambio radical en las condiciones de la enseñanza que propicia un desarrollo continuo del profesorado*”.

Con este referente, el equipo de investigación implicado en el proyecto ha comenzado la elaboración de un trabajo de investigación para caracterizar la evolución de las maestras en su colaboración y que, a la vez, determine algunos de los posibles beneficios que la co-enseñanza puede aportar a los contextos de AICLE. En el Cuadro 2 contrastamos las herramientas de mejora AICLE, presentadas en el *Cuadro 1* del apartado anterior, con las posibles aportaciones de la co-enseñanza a los proyectos de AICLE.

Herramientas de mejora AICLE	Aportaciones de la co-enseñanza al AICLE
Materiales adaptados	Puede favorecer una planificación conjunta de nuevos materiales y la colaboración de expertos en lengua y contenido para la realización de los mismos
Exposición adecuada a la lengua extranjera	Presencia en el aula de un experto en lengua en todo momento
Tensión lengua – contenido (a menudo se priorizan los objetivos referentes al contenido)	La planificación e instrucción conjuntas por parte de expertos en lengua y contenido propicia la preocupación por los objetivos de ambos ámbitos
Formación del profesorado	Puede favorecer: <ul style="list-style-type: none"> - El aprendizaje recíproco entre docentes - El Incremento de la <i>capacidad de maniobra</i> (Roth 2004) - La autocrítica y la reflexión de los docentes - Discusiones constructivas entre los docentes

Cuadro 2. Aportaciones de la co-enseñanza a los contextos AICLE

El trabajo de investigación se encuentra aún en estado embrionario pero creemos que podremos aportar algunos datos empíricos que arrojen algo de luz sobre el uso de la co-enseñanza como herramienta de formación del profesorado de proyectos AICLE. Por ejemplo, se observa un cambio en la capacidad de la maestra de inglés para realizar preguntas que contribuyan a la construcción del conocimiento científico del alumnado.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Equipo de investigación y trabajo auto-reflexivo de las maestras

Las maestras participan en el proyecto de investigación DALE-APECS (*Academic Discourse in a Foreign Language: Learning and Assessment of Science Content in the Multilingual CLIL Classroom*). Este proyecto, centrado en el aprendizaje integrado de Ciencias e Inglés, cuenta con un equipo interdisciplinario formado por docentes de Educación Infantil, Primaria, Secundaria y universitaria e investigadores del campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Didáctica de la Lengua Extranjera, tanto de la Universidad Autónoma de Barcelona como de la Universidad de Almería.

La metodología de trabajo del grupo de investigación consiste en la integración de actividades de análisis de la interacción y de reflexiones autocríticas de la práctica basadas en la observación de vídeos.

Antecedentes de la experiencia escolar

La escuela en la que se realiza el proyecto, *Escola Ciutat d'Alba*, está ubicada en un municipio de la provincia de Barcelona llamado Sant Cugat del Vallès. Sant Cugat es una ciudad de más de 80.000 habitantes con un perfil socio-económico medio-alto que se encuentra a tan solo 5 km de la ciudad de Barcelona.

El centro empezó como escuela de nueva creación en el curso 2007/2008 con 74 alumnos de primero y segundo de Educación Infantil. El curso 2008/2009, con la Educación Infantil completa, solicitó un proyecto PELE para avanzar la lengua inglesa a segundo curso de Educación Infantil. A través de este proyecto los alumnos del centro empezaron a tener contacto con la lengua inglesa desde este curso. Las actuaciones en Infantil se dibujaron a través de situaciones conocidas por ellos en la vida del aula, como son los momentos de las rutinas, que comparten la especialista de lengua inglesa con la maestra tutora del aula, y otros momentos de juego, de dramatización o de explicación de cuentos a través de títeres, que se llevan a cabo solamente con la maestra de lengua inglesa. En el momento en el que los primeros alumnos PELE llegaron a Primaria (2010/2011) se vio la necesidad de dar una continuidad al tratamiento de esta lengua y por tanto de encontrar u organizar espacios donde poder utilizar una lengua no vehicular, en contextos significativos.

A partir de esta situación se decidió aprovechar una organización que ya funciona en la escuela, los talleres inter-nivel. Este espacio reúne una serie de requisitos que facilitan la implementación del AICLE (Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera): el número de alumnos por grupo es mucho más pequeño y por tanto se da la posibilidad de poder llegar mejor a todos los componentes del grupo; la composición de los grupos es heterogeneidad en cuanto a nivel y edades; es una organización que permite la presencia de dos maestras en el aula; y por último, los talleres son un espacio en el que los alumnos hacen, actúan y pueden construir, en el caso de este taller en concreto, contenidos científicos comunes en lengua inglesa de manera significativa.

Bajo estas premisas se puso en marcha una propuesta de aprendizaje integrado de ciencias e inglés en el marco de estos talleres inter-nivel, respondiendo a la necesidad de dotar a la escuela de espacios en los que se pueda escuchar y hablar la lengua inglesa. La razón por la que se decidió hacer el taller de *Science* en lengua inglesa es la creencia de que la observación del entorno y el hacerse preguntas sobre los fenómenos se

encuentran al alcance de todos. Las maestras contaron entonces y cuentan todavía con un gran apoyo por parte de las familias, y esto facilita mucho su labor docente.

Desarrollo del taller

En los talleres los alumnos se agrupan en grupos de 14 a 16 niños por aula, mezclando alumnos de primero, segundo y tercero de Primaria. El taller que llevan a cabo estas dos maestras se llama *Science* y en él se imparten contenidos propios de las áreas de Conocimiento del Medio Natural y de Lengua Inglesa. Una de las maestras es experta en Ciencia y plantea su aprendizaje mediante la indagación, adaptando los contenidos a las observaciones y teorías que surgen de los propios alumnos. La otra maestra es especialista en Lengua Inglesa y habla con los alumnos en este idioma, ayudándose de gestos y canciones.

La propuesta de este curso 2011-12 se centra en el trabajo con el huerto ecológico de la escuela. Se realizarán durante el curso dos talleres distintos. Cada uno de ellos tiene una duración de 3 sesiones de una hora, que se imparten en días alternos de la misma semana. Todos los alumnos del centro desde primer a tercer curso de primaria realizarán dichos talleres mediante la agrupación inter-nivel explicada.

Las maestras realizan la planificación y la instrucción del taller colaborativamente. Programan los objetivos de cada taller agrupados en tres bloques: los objetivos propios del área de Conocimiento del Medio Natural, los objetivos propios del área de Lengua Extranjera y los objetivos de AICLE o integradores de las dos áreas. El Cuadro 3 muestra un ejemplo de objetivos planteados para el primer de los talleres que se realizó en torno al huerto de la escuela.

Objetivos del taller de germinación		
Conocimiento del Medio Natural	Lengua Extranjera	Objetivo de AICLE, integrador de las dos áreas
1. Trabajar el proceso de germinación de semillas	1. Aprender léxico relacionado con el huerto y con el medio natural en inglés	1. Poder profundizar en los conceptos científicos para elaborar contenidos compartidos entre todos en lengua inglesa
2. Ver cuáles son las condiciones idóneas para que se produzca este fenómeno	2. Poder comunicar una idea o contenido científico en inglés	

Cuadro 3. Ejemplo de planificación de los objetivos de un taller

Estrategias didácticas, espacios y materiales

Durante las sesiones de 1 hora ambas maestras comparten la responsabilidad de la clase y se turnan en la dinamización de las distintas partes de la misma. Suele empezar la maestra de inglés repasando el léxico y presentando lo que se hará en la sesión de aquel día, hablando siempre en inglés con los alumnos. El desarrollo de la sesión lo lleva a cabo la maestra de ciencias, conduciendo el diálogo científico normalmente en lengua catalana, aunque suele ir incorporando el léxico específico en inglés. El cierre de la sesión lo realiza la maestra de inglés.

Las estrategias didácticas llevadas a cabo referentes al área de Lengua Extranjera tienen como finalidad fomentar la competencia comunicativa oral de contenidos científicos en inglés. Por este motivo se trabaja el léxico propio del huerto y de las condiciones de la germinación de las semillas mediante canciones y rimas. Este trabajo de repetir palabras, frases y estructuras gramaticales potencia la comprensión i expresión oral del niño. El hecho de cantar y repetir frases le ayuda a memorizar, procesar información y a interiorizar los aprendizajes.

En relación al área de Conocimiento del Medio Natural, las estrategias didácticas que se utilizan son la observación, el hacerse preguntas de aquello que observamos a través de la conversación y la comprobación a partir de la experimentación de posibles hipótesis generadas por los propios alumnos. Se pretende por tanto un aprendizaje de las ciencias basado en la indagación.

En cada sesión se busca la integración real de contenido científico con un contenido de lengua inglesa, de manera que la construcción lingüística en inglés sea el resultado de una construcción científica basada en la experiencia y el pensamiento. Se genera por tanto un contexto de Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera (AICLE) en el que realmente se da tal integración y en el que los contenidos de un ámbito no quedan eclipsados por los del otro

Se ha creado también un blog con tal de hacer efectiva la comunicación de lo aprendido en las sesiones con las familias. El blog se llama *Superscience* y cada grupo de alumnos escoge el contenido que quiere publicar en este espacio virtual.

Estas sesiones se realizan en dos espacios: el laboratorio de ciencias y el huerto de la escuela, y los materiales utilizados son variados, muy vivenciales y cambian en función de las actividades planteadas.

VALORACIÓN Y CONCLUSIONES DEL PROFESORADO

Las maestras se sienten satisfechas con el trabajo colaborativo que han llevado a cabo hasta ahora y declaran que les gustaría seguir adelante a medida que vaya creciendo la etapa de Educación Primaria en su escuela, profundizando en los retos de la enseñanza colaborativa e integrada de las ciencias y de la lengua inglesa. Consideran que han logrado con creces los objetivos marcados. A continuación exponemos ciertos aspectos que han destacado en su comunicación sobre el proyecto (Dallari et al., 2012).

Para empezar han resaltado la importancia y la necesidad de que tanto las maestras como los alumnos tengan un rol activo. Los alumnos aprenden así a mostrarse críticos y abiertos ante un nuevo aprendizaje.

También han hecho hincapié en la reflexión que han iniciado sobre la selección del lenguaje más idóneo para trabajar durante el taller, que ha de ser lo suficientemente poderoso para estructurar la conversación y la experiencia de los alumnos. Se han centrado entonces en encontrar verbos de cara área temática que se trabaja, con tal de optimizar el lenguaje que aparece con más frecuencia y que da más juego a la observación y experimentación científica.

Han reflexionado sobre la necesidad de dotar de un elevado grado de flexibilidad a la programación del taller. Las actividades y los experimentos realizados en cada sesión y con cada grupo son diferentes, pues se adaptan a como el alumnado responde a cada situación de aprendizaje planteada.

Otro aspecto positivo que le atribuyen al taller es el hecho de que mezclar alumnos de diferentes cursos hace posible la interacción entre niños de diferentes edades y el aprendizaje cooperativo entre iguales.

Por último, las maestras han constatado que el taller ha servido para incrementar el uso del inglés por parte de los alumnos, tanto dentro del taller como en otros ámbitos, y para reforzar la relación familia-escuela. Han podido observar que los alumnos ‘se llevan’ el inglés y lo que han aprendido sobre el medio a casa y lo comparten con sus familias.

Investigación parcialmente financiada por la AGAUR (Agència de Gestió d’Ajuts Universitaris i de Recerca) de la Generalitat de Catalunya (2010MQD00132); por la AGAUR del grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543); y por el Ministerio de Ciencias e Innovación (EDU2010-15783 (subprograma EDUC)).

BIBLIOGRAFÍA

APAC (ed.) (2005). *CLIL in Catalonia: from theory to practice*. APAC monograph 6. Barcelona: APAC Publications.

Caballero, B.; Masats, D. (1999). “Les llengües estrangeres com a vehicle d’aprenentatges escolars”. *Perspectiva Escolar*, 232: 19-25.

Dallari, L., Aguas, M., Espinet, M. (2012, Mayo). *Fer Ciències i Anglès en tallers inter-nivel: una experiència CLIL a l’Educació Primària..* Comunicació que será presentada en el congreso TRICLIL 2012, II International Round Table on CLIL Programmes, VI Colloquium on CLIL in Catalonia, Bellaterra, España.

Dalton-Puffer, C. (2007). *Discourse in Content and Language Integrated Learning (CLIL) Classrooms*. Language Learning & Language Teaching v.20. Philadelphia: Jhon Benjamin’s Publishing Company.

Davis-Willey, P; 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.

Escobar, C.; Evnitskaya, N.; Moore, E; Patiño, A. (Ed.). (2011). *AICLE-CLIL-EMILE: Educació plurilingüe. Experiències, research & polítiques*. Bellaterra (Barcelona): UAB Servei de publicacions.

Feixas, M., Codó, E., Couso, D., Espinet, M. i Masats, D.(2009). “Enseñar en inglés en la universidad: Reflexiones del alumnado y el profesorado entorno a las experiencias AICLE.” En R. Roig Vila (Dir.), J. Blasco, M. A. Cano, R. Gilar, A. Lledó & C. Mañás (Eds.), *Investigar desde un contexto educativo* Alcoy: Editorial Marfil / Universitat d’Alacant. (p. 137-153).

Jorba, J. et al. (eds.) (1998). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d’ensenyament-aprenentatge des de les àrees curriculars*. Barcelona: ICE-UAB.

Marsh, D. (2002) (ed.). *Content and Language Integrated Learning: The European Dimension - Actions, Trends and Foresight Potential*. Jyväskylä: UniCOM.

Mohan, B.A.(1986). *Language and content*. Reading, MA. Addison-Wesley.

Marsh, D. et al. (2001). *Profiling European CLIL Classrooms*. Language Opens Doors. Finland: University of Jyväskylä.

Roth, W. M., Tobin, K., & Roth, W.-michael. (2004). Coteaching: from praxis to theory. *Teachers and teaching*, 10(2), 161-179. Doi: 10.1080/1354060042000188017

Habilidades espaciales y competencias en Ingeniería Química

Antonio Valiente Barderas

Afiliación (Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, México)

Correo: faty_avb@yahoo.com

RESUMEN

La ingeniería química es una profesión que se encarga de la planeación, construcción y operación de las plantas químicas y conexas. Los ingenieros químicos deben ser competentes en el manejo del espacio ya sea en dos o tres dimensiones para ello deben desarrollar la inteligencia viso-espacial. Sin embargo se ha encontrado que los estudiantes de los últimos semestres no poseen las habilidades necesarias para interpretar y crear planos y maquetas.

Palabras clave

Ingeniería química, competencias, habilidades viso-espaciales.

INTRODUCCIÓN

En el contexto mundial actual de acelerado avance científico- tecnológico, libre mercado y economías globalizadas, los planes de estudio de las carreras de ingeniería han privilegiado el desarrollo de las competencias y la adopción de actitudes por encima de la pura asimilación de conocimientos, para formar profesionales calificados y dispuestos a asumir diversas actividades interdisciplinarias involucradas en la elaboración de bienes y servicios que faciliten la vida cotidiana.

Una persona competente se define como aquella que posee los atributos (conocimiento, valores, habilidades y actitudes) necesarios para el desempeño del trabajo de acuerdo con la norma apropiada.

Una competencia es la capacidad de responder a diferentes situaciones cotidianas o nuevas, e implica un saber hacer (habilidades), con saber (conocimiento), así como, la valoración de las consecuencias de ese hacer (valores y actitudes).

El eje principal de la educación por competencias es el desenvolvimiento, entendido como "la expresión concreta de los recursos que pone en juego el individuo cuando lleva a cabo una actividad, y que pone el énfasis en el uso o manejo que el sujeto debe hacer de lo que

sabe, no del conocimiento aislado, en condiciones en las que el desempeño sea relevante" (Malpica, 1996). Desde esta perspectiva, lo importante no es la posesión de determinados conocimientos, sino el uso que se haga de ellos. Este criterio obliga a las instituciones educativas a replantear lo que comúnmente han considerado como formación.

El concepto de competencia implica que los elementos del conocimiento tienen sentido, sólo en función de conjunto y la capacidad que tiene el ser humano de integrar y movilizar sistemas de conocimientos, habilidades, hábitos, actitudes y valores para la solución exitosa de aquellas actividades vinculadas a la satisfacción de sus necesidades cognitivas y profesionales. (Galdeano, 2009).

En efecto, aunque se pueden fragmentar sus componentes, éstos por separado no constituyen la competencia: ser competente implica el dominio de la totalidad de elementos y no sólo de alguna de las partes. Un rasgo esencial de las competencias es la relación entre teoría y práctica; es decir, que los conocimientos teóricos se aborden en función de las condiciones concretas del trabajo o tarea solicitada y que se puedan identificar como soluciones originales. (Tejada Fernández J., 1999)

Tipos de competencias que deben tener los ingenieros químicos

El modelo de competencias profesionales, entendidas como el conjunto de conocimientos y capacidades que permiten el ejercicio eficaz de la actividad profesional, conforme a las exigencias de la producción y el empleo, reconoce tres niveles de las mismas. (OCDE, 2005).

- *Básicas o clave*, que son las capacidades cognitivas, técnicas y metodológicas indispensables para el aprendizaje de una profesión, las cuales permiten el desarrollo personal de los individuos y su adaptación a un entorno laboral cambiante.
- *Genéricas o transversales*, que son los atributos que debe tener un graduado de nivel superior con independencia de su profesión, organizados en los subgrupos de competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas.
- *Específicas*, que son la base del ejercicio particular y se encuentran divididas en los grupos de competencias académicas y profesionales. (Galdeano, 2010, Wainmaier, 2005).

Para hablar de las competencias, que debe tener un ingeniero químico, deberemos, antes que todo, dar una definición de esa profesión y de sus profesionistas.

“La ingeniería química es la profesión en la que el conocimiento de las matemáticas, la química y otras ciencias naturales adquirido por el estudio, la experiencia y la práctica, se aplica con adecuado criterio para desarrollar métodos económicos para el aprovechamiento de materiales y energía en beneficio de la humanidad”. (Valiente, 1985).

Por otro lado las universidades y los tecnológicos que ofrecen esta carrera muestran, a través del material impreso que entregan a los aspirantes, las cualidades y competencias que deben tener los egresados de las carreras. Por ejemplo, la Facultad de Química de la UNAM (en la ciudad de México), en el tríptico que entrega a los alumnos aspirantes a la carrera menciona que (Facultad de Química, 2008):

“El ingeniero químico se encarga del diseño, la construcción, la operación, el control y la administración de plantas químicas que permiten la transformación física y lo química de materias primas, y la obtención de productos y servicios útiles al hombre, de una manera económica.

Entre sus principales actividades se encuentran.

1.-Desarrollo de proyectos.

2.-Diseño de procesos químicos.

3.-Diseño, cálculo y montaje de equipos.

4.-Investigación de tecnologías de aplicación.

5.-Manejo y control de la producción en la industria química.

6.-Asesoramiento técnico en ventas.

7.-Administración, plantación y desarrollo de industrias de proceso.”

Las habilidades espaciales

Entre las competencias intelectuales básicas están: percibir la realidad apreciando tamaños, direcciones y relaciones espaciales; reproducir mentalmente objetos que se han observado; reconocer el mismo objeto en diferentes circunstancias (la imagen queda tan fija que el individuo es capaz de identificarla, independientemente del lugar, posición o situación en que el objeto se encuentre); anticiparse a las consecuencias de cambios espaciales, y adelantarse e imaginar o suponer cómo puede variar un objeto que sufre algún tipo de cambio; describir coincidencias o similitudes entre objetos que lucen distintos; identificar aspectos comunes o diferentes en los objetos que se encuentran alrededor del individuo; y tener un sentido común de la dirección.

Una de las competencias, que el ingeniero químico debe tener, está relacionada con la llamada inteligencia viso espacial, ya que los ingenieros químicos deben interpretar y crear planos, leer e interpretar datos gráficos, diseñar equipos y plantas, entender la conexión espacial que hay entre los diferentes equipos de un proceso, etc.

La inteligencia espacial corresponde a una de las inteligencias del modelo propuesto por Howard Gardner en la teoría de las inteligencias múltiples.

La inteligencia viso espacial es considerada como la habilidad de pensar y percibir el mundo en imágenes, se piensa en imágenes tridimensionales y se transforma la experiencia visual a través de la imaginación. Además, permite percibir imágenes externas e internas, recrearlas, transformarlas o modificarlas, decodificar información gráfica.

La inteligencia visual se relaciona con la capacidad que tiene el individuo frente a aspectos como color, línea, forma, figura, espacio, y la relación que existe entre ellos.

La inteligencia viso espacial permite percibir imágenes externas e internas, recrearlas, transformarlas o modificarlas, recorrer el espacio o hacer que los objetos lo recorran y producir o decodificar información gráfica. Es, además, la capacidad que tiene una persona para procesar información en tres dimensiones. Finalmente, es la inteligencia más básica ya que procede de los mecanismos de orientación ancestrales.

Este tipo de inteligencia se encuentra en aquellas personas que poseen una gran capacidad para pensar en tres dimensiones. La manifiestan aquellos a quienes les gusta imaginar, manipular objetos y crear arte, tales como: diseñadores, arquitectos, pilotos, marinos, escultores, pintores que son individuos que se especializan en esta inteligencia. Está también presente en los alumnos que estudian mejor con gráficos, esquemas, cuadros, a los que les gusta hacer mapas conceptuales y mentales y que entienden muy bien los planos y croquis. Sin embargo, todos la podemos manifestar, haciendo escultura en barro, realizando pinturas en sus diversas técnicas, realizando mapas mentales, elaborando maquetas y collages.

En resumen, la inteligencia viso espacial permite competencias que mejoran la:

- Habilidad para pensar y percibir el mundo en forma de imágenes, apreciando tamaños, direcciones y relaciones espaciales.
- Habilidad para reproducir con la mente los objetos observados.
- Habilidad para crear diseños gráficos, pinturas, esculturas, planos, caricaturas y todo tipo de dibujos.
- Habilidad para anticiparse a las consecuencias de cambios espaciales y adelantarse e imaginar cómo puede variar un objeto que sufre algún tipo de cambio.

La inteligencia espacial, según Thurstone (1938), tendría tres componentes básicos:

- a) La habilidad para reconocer un objeto mirándolo desde ángulos distintos. b) La habilidad para imaginar el desplazamiento interno de las partes de alguna configuración.
- c) La habilidad para pensar las relaciones espaciales cuando el observador cambia de posición. (Lajoie, 2003) y a su didáctica.

Algunas investigaciones (Yue, 2001; Saorín Pérez, Navarro Trujillo y Martín Dorta, 2005; Koch, 2006) han explorado el efecto del uso de aplicaciones de diseño asistido por ordenador, hallando que no producen mejoras apreciables en las habilidades espaciales del alumno, ni en el rendimiento académico, sino que, para poder mejorar la capacidad espacial, se necesita trabajar con las manos fabricando modelos en tres dimensiones.

Se cree que esta inteligencia se estimula mediante la lectura de mapas, gráficos, dibujando, laberintos, rompecabezas, imaginando cosas, visualizando, diseñando, dibujando, construyendo, creando. La mayoría de los estudios a nivel universitario que se ha efectuado sobre las habilidades y competencias viso espacial de los profesionales han sido efectuados por arquitectos e ingenieros mecánicos y civiles.

PROBLEMA PLANTEADO

Soy profesor de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y en esa institución imparto las cátedras de Ingeniería de Fluidos, Ingeniería de Calor y Procesos de Separación. Esas materias forman lo que los ingenieros químicos llamamos Operaciones Unitarias. Las operaciones unitarias son esencialmente operaciones físicas tales como el transporte de materiales, el calentamiento o enfriamiento de los mismos y la separación o formación de mezclas de sustancias, lo que incluye el estudio de los flujos de fluidos en tuberías, los intercambiadores de calor, calderas, condensadores,

columnas de destilación, absorción, extracción, etc. Parte importante de esos estudios es el cálculo y el diseño de los equipos que se van a utilizar en las plantas química, petroquímicas, alimentarias y farmacéuticas por lo que los preparan para el Desarrollo de proyectos, el diseño de procesos químicos, el diseño, cálculo y montaje de equipos, y el manejo y control de la producción que, como ya se indicó, forman parte de las principales actividades de estos profesionales.

Al contrario que en las escuelas o facultades de arquitectura e ingeniería en la Facultad de Química de UNAM, no se le da importancia a la construcción de maquetas, equipos y prototipos. La enseñanza, de las materias del área de Ingeniería química, está encaminada al diseño y evaluación de los equipos que se emplean en las industrias químicas, petroquímica, farmacéutica y de alimentos. Para ello, los alumnos tienen que consultar información, leer gráficas, interpretarlas, hacer cálculos, planos y maquetas de los equipos, pero no construyen prototipos o plantas piloto en las que se pruebe sus cálculos conclusiones.

Por ello, he encontrado que, a pesar de que esas materias se llevan cerca del término de la carrera, los alumnos tienen dificultades con la lectura e interpretación de planos, tablas, gráficas e isométricos. También tienen dificultades para, a partir de sus resultados, crear planos y maquetas y ya no digamos prototipos o plantas piloto. Esto, a pesar de que muchos de ellos manejan programas de computación para crear gráficos, planos y tablas con programas tales como Power Point, Excel, Mat Cad, etc.

Soluciones y recomendaciones

En los últimos semestres he asignado proyectos a grupos de cuatro alumnos. El proyecto consiste en que tienen que calcular el equipo o los equipos señalados en el proyecto; además, deben elaborar planos y maquetas representativas. He insistido también, durante mis clases, en la importancia de elaborar gráficas a mano e interpretarlas nuevamente.

He constatado que los alumnos manejan programas para hacer dibujos y gráficas, pero tienen dificultad para hacerlas a mano y desde luego para poner en tercera dimensión, después de hacer sus cálculos, el producto de sus operaciones.

Al parecer, la dificultad, para imaginar el equipo en tercera dimensión, parte del hecho de que desconocen los equipos, aunque los han visto en libros o en imágenes de Internet, por lo que he optado por llevarlos al Laboratorio de Ingeniería Química Unitarias y mostrarles los equipos y las entrañas de los mismos. Otra parte del entrenamiento ha consistido en visitar plantas industriales; al principio los estudiantes entran en pánico al observar el tamaño de los equipos y la complejidad de las líneas, pero luego se dan cuenta de que hay un orden y una lógica detrás del arreglo de los equipos.

Puedo comentar, que después de que realizaron varios proyectos, hicieron e interpretaron planos y gráficas, visitaron los laboratorios y además fueron a visitar industrias, la capacidad viso espacial de los alumnos mejoró notablemente, lo que se demuestra con la mejor calidad de los últimos proyectos entregados.

En general, como se desprende de las encuestas que he efectuado, y de las cuales se presenta un ejemplo como apéndice de esta ponencia, el alumno está motivado y satisfecho

con el trabajo efectuado en los proyectos y manifiestan que ha mejorado su comprensión sobre el funcionamiento de los equipos después haber hecho los cálculos y su visualización.

CONCLUSIONES

La inteligencia viso espacial es una de las tantas capacidades que tiene el cerebro humano y la que va desarrollándose a medida que el individuo crece. En algunas profesiones y oficios esta capacidad es más relevante que en otros. La ingeniería química es una profesión que requiere que los profesionales que la ejerzan tengan bien desarrolladas este tipo de habilidades y competencias viso espaciales, ya que requieren de la interpretación de planos, gráficas y maquetas, además que las plantas químicas son factorías en las que los equipos necesitan orientarse en el espacio para el mejor aprovechamiento de las áreas de construcción y minimizar las dimensiones de tuberías servicios y proyectar las áreas de seguridad. Sin embargo, cuando analizamos los programas de enseñanza que impartimos, y que obligamos a nuestros alumnos a seguir, se observa que no se pone énfasis en el desarrollo de esas competencias y se limitan a concentrarse en el predominio de las inteligencias lingüística y matemática y el uso indiscriminado de la computadora, dando mínima importancia a las otras posibilidades del conocimiento.

Por ello, recomiendo que en las áreas de ingeniería y en especial la de química se impulse también, el desarrollo de las habilidades viso espaciales, lo cual puede lograrse mediante ejercicios, tareas y proyectos apropiados.

BIBLIOGRAFÍA

- Galdeano, C. y Valiente, A.(2010). Competencias profesionales. *Revista Educación Química*, 21(1),28-32.
- Galdeano, C. y Valiente, A.(2009). La enseñanza por competencias, *Revista Educación Química*, 20 (3) ,369-372.
- Garfias, O. (2006). Metodología para la enseñanza del espacio arquitectónico. *Pharos*, 13(1), 77-131.
- Facultad de Química.(2008). Tríptico de la carrera de ingeniería química. México:UNAM.
- Koch H, D. (2006). *The effects of solid modeling and visualization in technical problem solving*. pp.1-95. Blacksburg, Virginia: Virginia Polytechnic Institute..
- Lajoie, S.P. (2003). Individual Differences in Spatial Ability: Developing Technologies to Increase Strategy Awareness and Skills. *Educational Psychologist*, 38(2), 115–125.
- OCDE(2005), *Definition and Selection of Key Competencies, executive summary*. Último acceso el 13 de feberero 2012, desde <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>.
- Quality Assurance Agency for Higher Education (2000). *Benchmarking statement for architecture, architectural technology and landscape architecture*. Último acceso el 23 de febrero, 2012, desde <http://www.qaa.org.uk/academicinfrastructure/benchmark/honours/architecture.pdf>

- Saorín., J., Navarro, R., Martín, N. (2005). *Efecto de los programas de las asignaturas de expresión gráfica en el desarrollo de la visión y habilidades espaciales de los alumnos de carreras técnicas en la Universidad de la Laguna*". XVII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Sevilla.
- Tejada, J., (1999). *Acerca de las Competencias Profesionales*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Thurstone, L.L. (1938). *Primary mental abilities. Psychometric Monographs, 1*. Chicago: University of Chicago Press.
- Valiente, A. y Stivalet . P. (1985). *El ingeniero Químico ¿Qué hace?*. México: Alhambra.
- Wainmaier, C., Viera, L., Roncaglia, D., Ramírez, S., Rembado, F. y Porro S. (2005). Competencias a promover en graduados universitarios de Carreras científico tecnológicas: La visión de los docentes. *Educación Química*, 17(2) ,150-157.

Anexo

Preguntas sobre el curso del Dr. Antonio Valiente Barderas

- 1.- En la escala del 1 al 10 ¿Cuál es la calificación que le da al curso?
- 2.-En la escala del 1 al 10 ¿Qué tanto de sus expectativas llenó el curso?
- 3.-En la escala del 1 al 10 califique la utilidad del libro empleado.
- 4.-En la escala del 1 al 10 califique la claridad y utilidad de los ejemplos presentados en el curso.
- 5.-En la escala del 1 al 10 ¿cómo calificaría la utilidad de los proyectos presentados en el curso?
- 6.-Califique a su juicio la importancia de presentar planos.
- 7.-Califique a su juicio la importancia de presentar maquetas.
- 8.-¿Qué tuvo que aprender al hacer maquetas?
- 9.-¿ Por qué cree que es necesario aprender a hacer e interpretar planos?
- 10.-En la escala del 1 al 10 califique la ayuda que recibió de sus compañeros durante la elaboración de los proyectos.
- 11.-En la escala del 1 al 10 califique la importancia del material audiovisual para la comprensión de este curso-
- 12.-Escriba el nombre de los programas de cómputo que ha empleado para elaborar gráficas.
- 13.-Escriba el nombre de los programas de cómputo que ha empleado para elaborar planos.

14.-Escriba el nombre de los programas de cómputo que ha empleado para elaborar maquetas .

15.-¿Qué programas de cómputo le han sido más útiles?

16.-¿Qué mejoras sugiere para la impartición del curso?

UN PROYECTO DE CIENCIAS

EN EL AULA DE INFANTIL: LAS ABEJAS

Valín, A., Moledo, L., López Maceiras, M., García-Rodeja, I.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela. isabel.garcia-rodeja@usc.es

RESUMEN

En esta comunicación se presenta un proyecto de ciencias para educación infantil implementado en prácticas escolares. El proyecto se planificó dentro de la asignatura de Conocimiento del Medio Natural que se imparte en tercer curso de la diplomatura de Maestro en Educación Infantil en la USC. Se pretende mostrar las oportunidades de aprendizajes que suponen realizar actividades de ciencias en educación infantil al describir lo que hacen y dicen los niños.

Palabras clave: educación infantil, ciencias, proyectos, abejas.

LOS PROYECTOS DE CIENCIAS DENTRO DE LA ASIGNATURA DE CONOCIMIENTO DEL MEDIO NATURAL PARA LA DIPLOMATURA DE MAESTROS EN EDUCACIÓN INFANTIL.

El proyecto que se presenta en este trabajo se planificó dentro de la asignatura de Conocimiento del Medio Natural (CMN) que se imparte en el tercer curso de la diplomatura de Maestro en Educación Infantil en la USC. En esta asignatura se pretende reflexionar sobre distintas formas de abordar los temas de ciencias en la educación infantil y de planificar proyectos. Para ello es importante entender cómo y qué pueden aprender los niños, e identificar aquellas actividades que pueden ser adecuadas para niños de estas edades.

Introducir actividades de ciencias en educación infantil presenta distintos obstáculos. Por un lado la percepción que se tiene sobre qué es ciencia y cómo enseñarla, y por otro lado la percepción de los maestros y futuros maestros sobre las capacidades de los niños sobre lo que pueden aprender. Sin embargo, las actividades de ciencias en la educación infantil pueden ser pertinentes si se plantean como actividades de indagación, aprovechan la curiosidad innata de los niños, sus ganas de saber, su entusiasmo y su capacidad de concentración cuando se les plantean retos. Además, entre las potencialidades las actividades de ciencias en la educación infantil, está el poder favorecer el desarrollo cognitivo de los niños al darles la oportunidad de planificar, predecir, hacer inferencias, enfrentarse a conflictos cognitivos, etc. y pueden permitir un desarrollo importante del lenguaje (French, 2004; Gelman y Brenneman, 2004).

La asignatura de CMN consta de una parte teórica y una parte práctica.. En la parte práctica los estudiantes forman pequeños grupos para preparar distintos proyectos de ciencias. El objetivo de las prácticas es que los alumnos elaboren un proyecto didáctico

de ciencias para educación infantil. En el proyecto se deben hacer explícitos los objetivos específicos, los contenidos y las actividades así como el orden en que las actividades deben de ser presentadas y la actuación que se espera de los niños, las niñas y del docente. Para el desarrollo de las actividades es necesario elaborar el material y secuenciar las actividades de aprendizaje. En general, planifican actividades de exploración de ideas, para conocer las ideas de los niños pero también para que reflexionen sobre lo que saben y sobre lo que quieren saber; actividades de introducción de ideas, y actividades de aplicación y reestructuración (ver French, 2004 Jorba y Casellas, 1997; Sanmartí, 1991).

A continuación se resumen algunas de las actividades realizadas para elaborar el proyecto de las abejas en las prácticas de la asignatura de CMN y su implementación en el aula.

ALGUNAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LAS PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE CMN

Para el proyecto de CMN un grupo de alumnos seleccionó el tema de las abejas por el interés que puede generar en los niños, por los retos cognitivos que le puede plantear y por las posibilidades de favorecer un proceso de enseñanza aprendizaje globalizado.

En relación a las competencias (LOE, 2006; Decreto 330/2009), la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico impregna todo el proyecto ya que implica el desarrollo y aplicación del conocimiento y potencia habilidades de investigación como formular hipótesis, observar, plantearse preguntas, predecir, comprobar, etc. Además se relaciona con competencias como el tratamiento de la información al seleccionar, registrar y comunicar la información; las competencias de aprender a aprender y de comunicación lingüística al hacer incidencia en lo que sabe y lo que se quiere aprender y al expresar ideas, vivencias y opiniones.

Para descubrir los conocimientos previos de los niños y diseñar los objetivos de aprendizaje nos trasladamos a un centro escolar para charlar sobre las abejas con alumnos de cinco años. La maestra llevó a clase un poco de miel para que la probasen, un trocito de panal y algunas velas. A los niños les llamó la atención el sabor y la textura de la miel, la sensación grasienta de la cera y la forma de las celdillas del panal. La maestra hizo preguntas abiertas para incitar al diálogo basándose en estrategias de autorregulación de los aprendizajes (Jorba y Casellas, 1997). A continuación transcribimos algunas de las respuestas de los niños a la pregunta ¿qué sabemos de las abejas?

-Son amarillas y negras. -Pican porque son malas.—Pueden tener veneno. -Echan miel por el agujón.- Cogen miel de las flores. -Echan la miel en un agujero. -Un hombre lleva un traje para que no le piquen. -Hacen ruido cuando vuelan “zzzz”. No hablan pero zumban. -A veces mueren -Son bichos.

A la pregunta qué queremos saber señalan cuestiones como las que se transcriben a continuación:

¿Cómo es el cuerpo de una abeja? -¿Por qué viven en familias tan grandes? -¿Cómo nacen y crecen? -¿Cómo ven y cómo respiran? -¿Por qué pican? -¿Cómo hacen sus casas? -¿Por qué las casas tienen formas tan raras? -¿Qué es la miel? -¿Cómo fabrican la miel y la cera? -¿Para qué recogen polen? -¿Cómo cogen la miel de las flores? -¿Cómo llevan la miel de las flores hasta el bote del super? -¿Duermen por la noche? -¿Cómo son cuando son pequeñas? -¿Cómo hacen las abejas las velas? -

¿Hacen pis?. ¿Cómo se pintan para ser amarillas? -¿Tienen mamás y hermanos? -¿Cómo son las alas?. -¿Cómo es el cuerpo por fuera y por dentro?.-¿Cómo es su corazón? -¿Por qué mueren?

Aturdidos por la curiosidad de los niños a partir de estas conversaciones diseñamos los objetivos de aprendizaje y los contenidos que se describen de forma resumida a continuación:

Se pretende que los estudiantes al finalizar el proyecto sean capaces de:

- Identificar las principales características morfológicas de los insectos
- Clasificar varios invertebrados en las categorías de insectos y no insectos.
- Conocer las castas de las abejas
- Usar la observación sistemática para aproximarnos al conocimiento morfológico de las abejas.
- Diferenciar una abeja de una avispa.
- Predecir el comportamiento de la miel y de la cera en actividades específicas de experimentación.
- Registrar e interpretar la información en tablas.

En cuanto a los contenidos destacamos los siguientes:

- Conceptuales: concepto de insecto, partes del insecto (cabeza, tórax, abdomen), organización social, introducción de términos como viscosidad e impermeabilidad.
- Procedimentales. Habilidades intelectuales: observación de la abeja, clasificación, predicciones en distintas situaciones. Habilidades instrumentales: uso de lupas, embudos, cronómetros y termómetros para hacer mediciones. Habilidades de comunicación: búsqueda de información en distintas fuentes, registro e interpretación de datos en una tabla.
- Actitudinales: Respeto por el uso del material. Solicitud de ayuda en caso de necesidad. Respeto por los turnos de palabra. Valorar y respetar los insectos.

LAS PRÁCTICAS ESCOLARES. UNA OPORTUNIDAD DE IMPLEMENTAR EL PROYECTO EN EL AULA.

A continuación describimos brevemente las actividades vertebrales del proyecto y su implementación con un grupo de alumnos en un centro rural durante el periodo de prácticas escolares.

- Clasificando insectos

En esta actividad (fig.1) se pusieron en evidencia ideas alternativas a la hora de determinar lo que es un insecto, situando dentro de esta categoría, además de algunos ejemplos de insectos, otros como petirrojo, avestruz, cangrejo, etc.

Por medio de imágenes digitales de insectos, se les propuso a los estudiantes que fueran señalando las características que tenían en común al preguntarles en qué se parecen. Se pretendía con esta actividad favorecer la construcción del concepto de insecto por parte de los escolares por medio de la abstracción de características comunes y no mediante una definición como se hace habitualmente en las aulas de ciencias. Posteriormente se presentaron más imágenes de animales y se les pidió que las clasificaran en insectos y

no insectos. En esta actividad los niños debían organizar la información en una tabla. De esta actividad queremos remarcar que:

Los niños se fijaron en el número de patas para determinar si un invertebrado es insecto o no. Así, sobre las imágenes van contando si tienen seis patas.

Cuando se les preguntó si los insectos son animales respondieron que no, haciendo alusión a que no tenían cuatro patas identificando animal con mamífero terrestre. Estas ideas son semejantes a las descritas en otros trabajos (ver por ejemplo Bell, 1981, 1984).

Algunos niños se fijaron en el número de patas y en los tres segmentos corporales propios de los insectos. En el caso del gorgojo al no ser observables los tres segmentos tuvieron dudas para determinar si es un insecto o no.

Los niños fueron capaces de utilizar la tabla de clasificación. Esta actividad generó en los niños debates en los que pudieron contraponer sus ideas.

Intención educativa: Discriminar las características básicas de los insectos y ubicar a las abejas dentro de esta clase.

Descripción: La actividad comienza tratando de reconocer las ideas previas de los niños sobre qué es un insecto por medio de un dibujo libre. A continuación, el docente, a partir de imágenes reales de insectos, focaliza la atención en las características comunes (cuerpo dividido en tres partes, seis patas articuladas y exoesqueleto). Posteriormente, los niños clasifican 10 tarjetas con dibujos de varios invertebrados en dos grupos, insectos y no insectos. Realizada la clasificación los escolares registran los resultados obtenidos en una tabla. Finalmente, se realiza una puesta en común.

Papel del docente: Guía la observación y clasificación; realiza preguntas y da indicaciones como -contad el número de patas que tienen -¿en cuántas partes se divide su cuerpo?.

Papel del alumno: Expone sus conocimientos previos, construye el concepto de insecto y lo aplica por medio de una clasificación, registra datos en una tabla, consulta libros sobre insectos y adquiere nuevo vocabulario.

Materiales: Diez tarjetas plastificadas con imágenes de invertebrados para pegar con un velcro sobre una tabla de registro elaborada con un cartón pluma.

Figura 1. Actividad clasificando insectos

.- Observamos una abeja

En esta actividad (fig.2) se recurrió al uso de lupas e imágenes digitales extraídas de Internet. Durante la observación, a los niños les llamó la atención el cuerpo velludo de la abeja, manifestando su sorpresa por la longitud de los pelos. Al preguntarles sobre la función de los pelos, contestaron mayoritariamente que les servían para calentarse cuando hace frío. Esta información se aprovechó para introducir el tema de la recolección de polen y la polinización. Los niños también se fijaron en los ojos. Para profundizar en este tema se confeccionaron unas gafas que simulan la visión de las abejas (con gran amplitud y en mosaico). Se pretendía generar empatía con las abejas al intentar ver como ellas ven.

Se les solicitó que intentaran describir las distintas partes de la abeja, creando así la necesidad de utilizar nuevos términos. Al hacer descripciones de las alas confundían el término blanco y transparente. Otro aspecto que les interesó fueron las antenas:

-sirven para conectarse con sus familias porque tienen electricidad que pasa de unos miembros a otros.

-sirven para indicar la dirección en la que tienen que ir.

En cuanto a la trompa de la abeja, decían que servía para pinchar, para hacer ruido, para comer y para chupar la miel de las plantas. En la visualización del aguijón los

escolares manifestaron que servía para echar veneno. Un niño dijo que al usarlo la abeja muere.

Intención educativa: Trabajar la observación sistemática para centrar al alumno en ciertas características relevantes, aprender a utilizar lupas y tablas de observación.

Descripción: En pequeños grupos, los escolares observan ejemplares de abejas muertas haciendo uso de una lupa. El profesor guía el proceso de observación con preguntas e indicaciones (-¿cómo es el cuerpo de la abeja? -¿en cuántas partes se divide? -¿es peludo? -¿cuántas patas tiene? -¿cómo son sus ojos?...). Tras las observaciones se hace una puesta en común y el docente introduce nuevos términos.

Papel del docente: Guía la observación, da instrucciones sobre el uso del material, introduce nuevos términos.

Papel del alumno: Realiza una observación ordenada, describe verbalmente lo que visualiza, adquiere nuevo vocabulario.

Materiales: lupas, ejemplares de abejas muertas (en la medida de lo posible ejemplares de distintas castas: obrera, zángano, reina).

Figura 2. Observamos una abeja

- ***La miel es viscosa***

La actividad que se describe en la figura 3 se inició con la observación del paso del agua y de la miel a través de un embudo. Muchos niños confundían la miel con los granos de polen y un niño explicó que las abejas tienen que ablandarlo en su casa porque en las flores está seco y duro. Otro niño explicó que los cazadores (apicultores) se encargan de extraer la miel para llevarla al súper. Cuando se procedió a pasarla por el embudo los niños hicieron comentarios como:

- *va muy lento; está muy gordo, tarda mucho en caer porque (el embudo) está muy lleno.*

Comparando el comportamiento de ambos fluidos, los niños justificaron las diferencias:

- *el agua pasa muy rápido porque es más flaca; - La miel pasa lentamente porque es más gorda; - La miel pasa lentamente porque como es pegajosa se pega a los lados.*

También dijeron que el tubo era muy estrecho, a pesar de tratarse del mismo embudo empleado para el agua. Esta actividad nos permitió introducir el término de viscoso para comparar el comportamiento del agua y de la miel.

A continuación, se les preguntó qué se podía hacer para que la miel bajase más rápido. Algunas sugerencias de los niños fueron:

- *añadir agua para que no se pegue a las paredes; -golpear la miel para abajo dándole golpes con un martillo.*

El profesor propuso calentar la miel. Quizá aquí se perdió la oportunidad de que los niños probasen estas ideas a través de la experimentación.

Cuando se procedió a pasar la miel caliente por el embudo se sorprendieron de que la miel tardase casi el mismo tiempo que el agua. Los niños hacían comentarios como:

- *ahora era más blanda; -no era dura como antes; -va mucho más rápida; -es como agua, es menos pegajosa que antes.*

Su afán era conseguir que la miel se volviese a enfriar. El profesor les preguntó como podrían conseguirlo. Aprovechando la situación se utilizó de nuevo el término de viscoso, ya que los niños hacían uso de la palabra pegajoso o gordo.

Intención educativa: Una de las características que más llamó la atención de los niños fue la viscosidad de la miel por ello nos pareció interesante trabajar esta idea y además, aprender a hacer mediciones y registrar datos en una tabla.

Descripción: El docente lleva al aula dos recipientes cerrados, uno con agua y otro con miel para comparar el comportamiento de ambos fluidos en movimiento. A continuación agita ante los alumnos cada uno de los recipientes para que se fijen en la diferencia (mientras el agua se mueve con facilidad, la miel parece adherirse al fondo). Para profundizar en esta cuestión se procede al colado de 150 cm³ de ambas sustancias, cronometrando el tiempo que tardan en pasar por el embudo. Los alumnos predicen previamente lo que creen que sucederá. Esta actividad sigue la secuencia: predicción-observación-explicación (White y Gunstone, 1992). Una ampliación de la actividad consiste en calentar la miel para reducir su viscosidad.

Papel del docente: Anima a los niños a emitir sus predicciones, hace preguntas abiertas, introduce nuevos conceptos y ayuda al alumno a manejar el cronómetro y el termómetro.

Papel del alumno: Emite predicciones, ofrece explicaciones sobre el comportamiento de la miel y el agua, maneja el cronómetro y el termómetro y registra datos en una tabla.

Materiales: Embudos, bote de miel, agua, recipientes vacíos, cronómetro y termómetro.

Figura 3. La miel es viscosa

- **La cera es impermeable**

En la actividad la cera es impermeable (fig.4) se les pidió que hiciesen predicciones sobre lo que iba a ocurrir al introducir una pastilla efervescente en agua. Los niños utilizan los términos derretir, hervir, echar burbujas o desintegrarse.

Cuando se les pidió que hiciesen predicciones sobre lo que iba a ocurrir al introducir la pastilla (pintada), los niños dijeron que primero se tenía que sacar el color y después derretirse. Cuando se echó la pastilla en el agua los niños comentaron que no hervía o que hervía poco. Uno de los niños afirmó que el agua iba muy rápido, pasaba por la pastilla y rompía la pintura para que la pastilla se soltara. Sin embargo, otro manifestó que los colores son difíciles de borrar y por eso tarda más en disolverse.

Al pedirles que hiciesen predicciones sobre lo que iba a ocurrir al introducir la pastilla cubierta de cera indicaron que se derretiría la pastilla. Un niño dijo que quemaría el vaso. En el experimento se sorprendieron del comportamiento de la pastilla con comentarios como:

-no hierve, -no se derrite; -no echa burbujas; -está seca.

Una niña sugirió entonces que se podía dejar la pastilla en el vaso hasta el día siguiente para ver si finalmente hervía. Los niños llegaron a clase convencidos de que la pastilla se habría derretido. La sorpresa fue que la pastilla permanecía inalterable en el fondo del vaso. Ante esta situación una niña propuso hacerle un agujero a la pastilla para que entrase el agua. Con ello la pastilla se disolvió dejando intacta la forma de la cera. Tras la realización del experimento los niños sacaron sus conclusiones:

-La cera es fuerte y el agua no y por eso la cera protege la pastilla; -Las pastillas se derriten en el agua que hierve; -Una no flota (la recubierta de cera) y las otras sí y la pintada tarda más en hervir y la recubierta de cera no hierve.

Con esta actividad el maestro intentó explicar el concepto de impermeabilidad en oposición al de permeabilidad, haciendo uso de los ejemplos de un chubasquero para la lluvia en el caso de la impermeabilidad y una esponja en el caso de la permeabilidad.

Intención educativa: Los niños cuando tocaron la cera decían que parecía plástico, que era grasienta por lo que nos pareció interesante preparar una actividad para introducir el concepto de impermeabilidad de la cera y también hacer mediciones y registrar datos en una tabla.

Descripción: Se muestra una pastilla efervescente y un vaso de agua a los alumnos y les pregunta qué creen que pasará si introduce la pastilla. Los alumnos hacen entonces sus predicciones. Se realiza la prueba y se cronometra registrando el tiempo de disolución en una tabla. A continuación se muestra otra pastilla recubierta con pintura de color. Los escolares hacen sus predicciones, se vuelve a repetir la prueba y se registran los datos. Por último se hace lo mismo con una pastilla recubierta con gotas de cera derretida. Se pretenden que comparando el comportamiento de las tres pastillas relacionen esta experiencia con el concepto de impermeabilidad.

Papel del docente: Anima a los niños a expresar sus predicciones, guía el experimento e introduce nueva información (cómo produce la abeja la cera y para qué la emplea).

Papel del alumno: Emite predicciones, observa comportamientos, da explicaciones y registra datos.

.Materiales: Tres vasos con agua, pastillas efervescentes que no representen riesgo para los escolares, un cronómetro, una vela y un spray de pintura de color.

Figura 4. La cera es impermeable

Entre otras actividades de aplicación y reestructuración se elaboró un dossier de síntesis. Con esta y otras actividades se pretendió regular el proceso de enseñanza aprendizaje y evaluar el progreso del alumnado comparando lo que sabían al inicio del proyecto de las abejas, lo que querían aprender y lo que habían aprendido (Jorba y Casellas, 1997). En esta actividad los estudiantes respondieron a preguntas del maestro y realizaron mapas conceptuales (fig.5). A continuación se transcriben algunas de las respuestas de los niños:

Las abejas tienen seis patas y alas transparentes. - Las abejas son animales. - Los zánganos embarazan a la reina. - Las abejas hacen miel chupando de las flores y según el tipo de flor sale una miel más oscura o más clarita.- La miel pesa mucho cuando la quieres colar, está muy gorda y es porque tiene muchos componentes. -El agua es más rápida que la miel porque pesa menos y no es tan pegajosa. -Las abejas viven en casitas llamadas colmenas y dentro tienen forma de seis lados. -La miel es viscosa. La cera es impermeable.

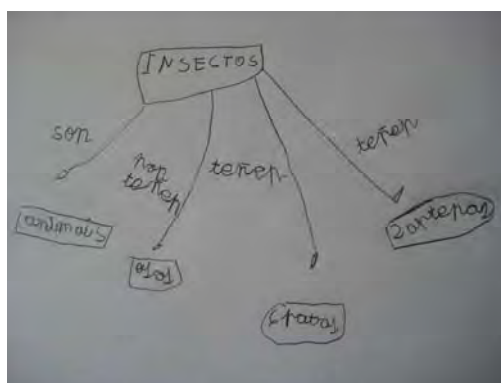


Figura 5. Mapa conceptual

ALGUNAS REFLEXIONES

Desde el inicio del proyecto los niños manifestaron un gran entusiasmo con las actividades experimentales y una gran concentración (fig. 6). En general sorprendió la capacidad de razonamiento de los niños y su capacidad para aprender y utilizar nuevos términos. Parece evidente que como señalan Gelman y Brenneman (2004) los niños y

niñas en un entorno más rico y estimulante, pueden realizar aprendizajes que se pueden considerar en un principio, fuera de las expectativas para estas edades.

Aunque el proyecto es de ciencias y se pretende construir conocimiento científico al implementarlo, fue posible también trabajar múltiples áreas de conocimiento a la vez (Hernández y Ventura, 1992; García Piedrafita, 2002). Las actividades ofrecieron también un escenario para hablar, intercambiar información, hacerse preguntas, utilizar nuevos términos en ambientes de aprendizaje relevantes.



Figura 6. Observando las abejas

La implementación del proyecto con actividades de experimentación fue una innovación para la escuela y la implicación de los niños fue intensa. En general la planificación e implementación del proyecto fue satisfactoria. Muestra del éxito fue que al terminar el período de prácticas la tutora decidió continuar con el proyecto a causa del interés mostrado por los escolares.

Referencias:

- Bell, B. (1981). When is an animal not an animal? *Journal of Biological Education*, 15 (3), 213-218.
- Bell, B. (1984). *Animal, plants, living. Notes for teachers*. Hamilton: University of Waikato.
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149.
- García Piedrafita, M. (2002). Los proyectos: un pretexto para aprender de forma significativa. *Aula de innovación educativa*, 108, 52-55.
- Gelman, R. y Brenneman, K. (2004) Science learning pathways for young children, *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 150-158.
- Hernández, F. y Ventura, M. (1992). *La organización del currículo por proyectos de trabajo: el conocimiento es un caleidoscopio*. Barcelona: Graó.
- Jorba, J y Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Barcelona: Editorial Síntesis.
- Sanmartí, N. (1993). ¿Hi ha diferents maneres d'aprendre ciències? *Guix*, 185, 4-10.
- White, R. Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer.

Aprendizaje autónomo en las Ingenierías, fundado en una evaluación de carácter formativa

Zubimendi, J.L., Ruiz Ojeda, M.P.

Departamento de Física Aplicada. Universidad del País Vasco. jl.zubimendi@ehu.es

Departamento de Ingeniería Química y de Medio Ambiente. Universidad del País Vasco

RESUMEN

Se presenta una innovación educativa que, sustentada por el trabajo en equipo, enfatiza los procesos evaluativos a través de un dossier de aprendizaje. Con ello se intenta implicar a los estudiantes en la gestión y desarrollo de su propio aprendizaje, de modo que su autorregulación se transfiera de forma progresiva. Para conseguirlo, se activan determinadas capacidades y destrezas relacionadas con el aprendizaje autónomo.

Palabras clave

Evaluación formativa, trabajo autónomo, aprendizaje cooperativo.

1. INTRODUCCIÓN

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto un replanteamiento de las estrategias educativas empleadas en las titulaciones universitarias, con el fin de mejorar la enseñanza y, por tanto, los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

En palabras de Meirieu, “*nos encontramos en un escenario diferente para un nuevo oficio*”. Este escenario, que promueve la propia European Higher Education Area (EHEA), enfatiza el aprendizaje colaborativo y exige la articulación de métodos y maneras que conduzcan a la adquisición, desarrollo y maduración de competencias.

Resulta llamativo señalar, sin embargo, que no se haya realizado un esfuerzo paralelo para generar y poner en práctica sistemas evaluativos que, de forma sistémica e integral, obtengan resultados fiables de los logros competenciales adquiridos. Alguien dijo que los cambios en los sistemas de evaluación tienen consecuencias, de modo que se debería pensar (estratégicamente), sobre el impacto que ofrecen modos de evaluar que han sido diseñados con intencionalidad educativa. No olvidemos que la importancia de la evaluación radica en que permite poner encima de la mesa de juego todas las concepciones del docente (Glasner, 2003).

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 ¿Qué se exige a la evaluación?

Aprender, enseñar y evaluar son procesos íntimamente relacionados y mutuamente influyentes. *“Para aprender es necesario identificar errores y reparar en las dificultades asociadas al proceso, entender sus causas y tomar decisiones respecto a la forma de abordarlas, es decir, autoevaluarse”* (Sanmartí, 2011). Generalmente, los profesores evaluamos mientras enseñamos y, en ocasiones, nuestros estudiantes aprenden mientras son evaluados. En realidad, enseñar y evaluar son dos caras de la misma moneda y se diferencian no sólo por la intencionalidad con que se realizan, sino también por las decisiones que comportan cada uno de estos aspectos del proceso.

Cuando la evaluación no es entendida como un simple reconocimiento o reproducción de lo enseñado, sino como elaboración e integración personal de lo aprendido, se produce nuevo aprendizaje. Aquellas cuestiones y procedimientos que obligan al estudiante a sintetizar, relacionar, comparar, decidir, criticar, justificar o argumentar (consideradas de alto nivel cognitivo), se sitúan en la zona de desarrollo del alumno y lo motivan a avanzar (Monereo y Castelló, 2009).

El desarrollo de proyectos amparados en una evaluación formativa a través de trabajo en equipo, ha obtenido resultados alentadores respecto a mejoras en el interés y la motivación de los estudiantes (Johnson y Johnson, 1985; Ibáñez y Gómez Alemany, 2005). A su vez, también se han detectado dificultades, no siempre superadas, en su puesta en práctica, entre las que podríamos resaltar la exigencia de una mayor carga de trabajo, la preferencia por utilizar sistemas que requieran de una menor implicación personal, la falta de hábito en la utilización de metodologías activas y la subsecuente sensación de inseguridad que ello comporta, las dificultades de índole estructural y procedimental que se presentan y que resultan difíciles de reconducir,...

2.2. El Aprendizaje cooperativo (AC) y las Ingenierías

Existe un consenso generalizado, en reconocer el trabajo en equipo como una competencia básica en la práctica profesional de cualquier titulado, con gran demanda en el mundo laboral. Así sucede también en el proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias de la OCDE, 2002). Esta compleja competencia aparece como un objetivo de aprendizaje transversal, es decir, a lo largo de todo el itinerario formativo.

Algunas asociaciones autorizadas en el ámbito de las Ingenierías, como la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), encargada de establecer las acreditaciones en dicha área en los EEUU, o la Higher Engineering Education for Europe, señalan diversas deficiencias en la educación en ingeniería y proponen cambios. Así, las intervenciones educativas deberían centrar sus esfuerzos en propiciar variantes metodológicas que refuercen el pensamiento crítico y creativo y en profundizar sobre aquellos procedimientos que ayuden a la resolución de problemas reales, dotando a los estudiantes de los recursos necesarios para ello. Estas capacidades se consideran inherentes al AC (Felder, Woods, Stice, y Rugarcía, 2000).

3. MARCO DE REFERENCIA

Desde un punto de vista socioconstructivista se sostiene que aprender es construir conocimientos y enseñar es ayudar a construirlos, de manera que se compartan

significados en un proceso de interacción con los demás. La evaluación se considera como un elemento clave de la práctica educativa, ya que nos permite recoger información, emitir juicios de valor sobre los aprendizajes y tomar decisiones para rendir cuentas y mejorar la práctica (Mauri y Rochera, 2011). Conlleva, por tanto, una doble función social y pedagógica que se manifiesta promoviendo la socialización de los estudiantes y ayudándoles a adquirir las competencias necesarias para vivir en sociedad.

De esta manera, la evaluación deberá ser **continua**, para valorar las diferentes etapas del proceso de formación, y **reguladora**, para ajustar el grado de ayuda a las necesidades que se susciten. *“Para ello se debe implicar a los estudiantes en la gestión del desarrollo de su propio aprendizaje, al organizar y controlar sus procesos metacognitivos y ayudarles a relacionarlos con sus estilos de aprendizaje y a establecer una selección de estrategias vinculadas con las metas a conseguir”* (Hugo y Sanmartí, 2003).

Desde diversos ámbitos (Bandura 1997; Macias, Mazzitelli, Maturano y Guirado, 2009), se muestra que la autoeficacia se vincula con el nivel de expectativas creadas. Así, la autorregulación la encontramos vinculada con la autoeficacia, que concierne a los juicios de valor de cada individuo sobre sus capacidades, en base a los cuales organiza y ejecuta sus actos, de modo que le permitan alcanzar el rendimiento deseado. Por consiguiente, la evaluación, debe mantener, asimismo, un estatus de carácter **formativo**.

Varias son las preguntas que nos podemos hacer, en pos de clarificar nuestra propia postura respecto al valor que deseamos otorgar a la evaluación:

- ¿Proporciona a los estudiantes oportunidades para lograr un aprendizaje autónomo?
- ¿Contribuye a la mejoría de la calidad de la enseñanza?
- ¿Informa sobre la actividad conjunta y dinámica de los implicados en ella?

Es conocido que el **trabajo autónomo**, como competencia clave a desarrollar, se sustenta no sólo en aspectos propios del trabajo en equipo (anticipación y planificación del trabajo, asunción de la toma de decisiones, exigibilidad individual o responsabilidad personal respecto a las obligaciones contraídas, utilización de instrumentos de registro para la gestión y control de su aprendizaje,...), sino que también es considerado como un aspecto clave para un tratamiento formador de la evaluación (Boekaerts, 2006; Ibáñez y Gómez Alemany, 2005). En la competencia de trabajo autónomo, se incluyen como indicadores, desde **procedimientos intencionales** que permitan a los estudiantes tomar decisiones para mejorar su rendimiento, como por ejemplo, planificar y controlar el proceso de aprendizaje, regular la atribución causal del éxito y del fracaso, organizar y estructurar la información, acceder al conocimiento previo, evaluar la calidad de los procesos activados; pasando por **procesos metacognitivos** sostenidos por un diálogo interno sobre lo que hacemos, cómo lo hacemos y por qué lo hacemos, hasta finalizar en el **control de los recursos** de apoyo, sobre cómo aprendo, qué capacidades poseo y cuáles no, qué variables afectan a mi rendimiento, qué disposición actitudinal debo tomar, cómo me motivo a mi mismo (control y autoeficacia) (Vermunt, 1995; Polanco, 2005).

Entendemos el trabajo autónomo como un proceso activo que conlleva el desarrollo, de manera paulatina, de las destrezas necesarias para establecer referencias

más allá del profesorado sin excluir todas aquellas consustanciales (toma de decisiones, reflexión crítica, autoevaluación) al trabajo en grupo.

Trabajar de modo autónomo supone desarrollar competencias de diversos tipos (Lobato, 2006):

1. Competencias para aprender (a aprender) a través de un aprendizaje significativo. Específicamente, todas aquellas relativas a la regulación de los aprendizajes.
2. Competencia en el pensamiento crítico.
3. Competencia en automotivarse.
4. Competencia para comunicarse correctamente y de modo eficaz.
5. Competencia en la resolución creativa de problemas.
6. Competencia para saber trabajar colaborativamente y cooperativamente.

Hemos tomado como referencia que nuestra propuesta de acción educativa cumpla los estándares utilizados en UK para valorar la calidad de la evaluación. Para ello hemos valorado (entre otros) a dos de los agentes externos más relevantes (Quality Assurance Agency for Higher Education –QAAHE- y la Higher Education Council) en dicho país y hemos asumido, como propios, los siguientes:

- Establecer diversidad de métodos evaluativos.
- Proporcionar tareas desafiantes relacionadas con la profundidad del trabajo.
- El trabajo a realizar debe distribuirse entre docente y estudiantes.
- Los estudiantes conocen los criterios de evaluación (y el docente ayuda a que los asuman).
- El feed-back lo facilita tanto el docente como otros estudiantes.
- Los objetivos de aprendizaje se corresponden con las tareas.
- Hay un sistema de control y de permanente revisión.
- El método proporciona evidencias del trabajo realizado.
- De forma periódica se formula una pregunta: ¿Funciona?

4. METODOLOGÍA

4.1. Descripción y objetivos de la intervención

La intervención didáctica que se presenta está amparada por un Proyecto de Innovación Educativa, PIE, concedido por la UPV/EHU. El profesorado implicado en la experiencia didáctica ha considerado, como objetivo completar un itinerario de autoformación bajo los parámetros educativos que se pretenden utilizar en el aula. El equipo se sustenta en los procesos reflexivos asociados a las actividades experimentadas por los grupos de estudiantes.

El proceso de intervención seguido se ha adaptado a las características propias de las asignaturas y al tipo de modalidad docente asignado a los profesores participantes, si bien ha tenido como nexo común fomentar la cohesión de los grupos de trabajo cooperativo y establecer procedimientos de actuación acordes con la metodología científica.

Los objetivos de esta intervención han sido los siguientes:

- Primer objetivo del PIE (para este primer año): Establecer y concretar el procedimiento adecuado, ajustando los estándares preestablecidos para formar a los estudiantes en trabajo cooperativo, de modo que sus técnicas y estrategias

puedan coadyuvar a establecer una evaluación formativa en competencias básicas en el área de las ingenierías.

- Segundo objetivo del PIE (para el segundo año): Planificar, desarrollar y poner en práctica sistemas de evaluación formativa, en el marco del desarrollo de competencias en Ingeniería, como parte integrante de una metodología activa. Evaluar sus resultados.

Otros, más específicos relacionados con el primer objetivo, son:

- Comprobar la utilidad del dossier como instrumento de recopilación de evidencias, para autorregular el proceso de aprendizaje del alumnado, y
- Crear y poner en práctica instrumentos de evaluación y métodos de registro adaptados a la metodología aplicada, que mejoren la implicación de los estudiantes.

4.2. Muestra

El proyecto se ha aplicado, este primer año, a dos grupos diferentes de primer curso del Grado en Ingeniería Industrial, alguna de cuyas características se reflejan en la tabla 1:

Titulación	Materia	Nº de estudiantes/ Curso	Modalidad docente
Grado en I. Industrial	Fundamentos Químicos de la Ingeniería	25/ 1 ^{er} curso	Seminarios
Grado en I. Industrial	Fundamentos Físicos de la Ingeniería	35/ 1 ^{er} curso	Clases de problemas

Tabla 1. Muestra

4.3. Instrumentos de control

- **Cuestionario** de motivación y compromiso, con escala tipo Likert. Se ha tomado como referencia el SEEQ (Student' Evaluations of Educational Quality) y la escala EAML (Escala Atribucional de Motivación de Logro), se han modificado y adaptado para pasarlo, al finalizar el curso, a los estudiantes tratados.
- El **dossier** elaborado por los estudiantes, mediante el cual se evaluará la adquisición de las subcompetencias asociadas al trabajo autónomo.
- Un **cuestionario de coevaluación** que los estudiantes adjuntarán, de forma ocasional al Acta de las reuniones, y que evaluará la evolución del trabajo en equipo.
- **Entrevistas** semiestructuradas.

4.4. Procedimiento e implementación de la innovación en Seminarios y Prácticas de Aula

Dado que la propuesta persigue que la regulación de los aprendizajes se transfiera de forma progresiva a los estudiantes, este enfoque exige un seguimiento profundo sobre la gestión de los procesos (tanto del trabajo en equipo como de los instrumentos, criterios y estrategias evaluativas), desde una perspectiva globalizadora.

Entendemos que el origen de esta Regulación Continua de los Aprendizajes (RCA), se adhiere a la idea de Nunziati (1990) sobre la evaluación formadora.

Desde este planteamiento hemos considerado varias fases:

1. Todos los estudiantes, de manera individual, trabajan la tarea propuesta (no presencial).
2. A continuación, se trabaja la tarea en grupo con las aportaciones personales (no presencial). Al finalizar el trabajo grupal se:
 - Cumplimenta el Acta de la Reunión.
 - Realiza un informe, consensado por el grupo, sobre la tarea.
3. Se efectúa la corrección del informe elaborado por cada grupo, en modo coevaluación (sesión presencial). Para ello se dispone de:
 - Protocolo (guía) de corrección sobre procedimientos (no de contenidos).
 - Resultados de aprendizaje a conseguir.
 - Labor de asesoramiento por parte del docente (realimentación).
4. Cada estudiante rehace la tarea encomendada (no presencial):
 - Prepara un informe final para añadir al dossier* del estudiante donde se recogen las evidencias de su aprendizaje.

***Dossier:** Refleja la evolución de la tarea en las diversas fases y la planificación efectuada. Muestra los resultados de aprendizaje conseguidos. Se reflexiona sobre aquellos que no han sido alcanzados y sus causas (automotivación deficiente, conocimientos previos insuficientes, escaso trabajo personal, escasez de recursos docentes a su disposición, aspectos anímicos,...), con una previsión de organización del trabajo, a corto plazo, que permita superar los resultados de aprendizaje no conseguidos.

5. RESULTADOS

En el marco de estrategias basadas en aprendizaje cooperativo, resultados anteriores establecían la importancia que supone para los estudiantes la consecución de un mayor grado de confianza con otros compañeros y con el propio docente. Ello generaba, en su opinión, una profundización en el tipo de ayudas recibidas. En un proyecto anterior, se ha visto así mismo que el desarrollo de determinadas habilidades inherentes al trabajo en grupo proporciona una mejoría en aspectos como la reflexión crítica, organización del trabajo y las estrategias llevadas a cabo para conseguir una mayor eficacia en sus reuniones de trabajo (Lobato, 2011).

Los resultados provisionales obtenidos en entrevistas semiestructuradas de carácter exploratorio, sobre los procedimientos utilizados en el trabajo en grupo (formación proporcionada a los estudiantes sobre el trabajo en AC, control de sus propios procesos, plantillas y protocolos creados para fomentar el autoaprendizaje, técnicas auxiliares empleadas,...) y el tipo de evaluación implementada (reflexión continua sobre la evolución de las tareas, realimentación por parte del docente,

concreción explícita de los resultados de aprendizaje, sistemas de auto y coevaluación,...), permiten, temporalmente, establecer la importancia que han tenido, en aras de conseguir un mayor compromiso y motivación hacia la asignatura.

Entendemos que ambas estrategias (el carácter formativo sustentado por el trabajo en equipo) potencian aquellos aspectos que, tratados separadamente, adquieren una menor relevancia; de modo que, imbricadas a través de un proyecto común, le dotan de coherencia y, a su vez, generan sinergias que posibilitan un aprendizaje más eficaz.

Otros resultados más concluyentes, se ofrecerán en la presentación de la comunicación.

Nota aclaratoria: Esta comunicación forma parte de un Proyecto de Innovación Educativa, auspiciado por el Vicerrectorado de Calidad e Innovación Docente de la UPV/EHU, a desarrollar durante el bienio 2011-13.

BIBLIOGRAFÍA

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: W. H. Freeman C.
- Boekaerts, M. (2006). Self-regulation and effort investment. En Siegel y Renninger (eds). *Handbook of Child Psychology*. Vol 4, 345-377. Hoboken (NJ): Wiley and Sons.
- Definición y Selección de Competencias de la OCDE. (2002). Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde:
<http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.59225.downloadList.58329.DownloadFile.tmp/1999.proyectoscompetencias.pdf>.
- Felder, R. M., Woods, D. R., Stice, J. E., & Rugarcia, A. (2000). The future of engineering education II. Teaching methods that work. *Chemical Engineering Education*, 34 (1), 26-39.
- Glasner, A. (2003). Evaluar en la Universidad. Problemas y nuevos enfoques, En Brown y Glasner (eds): *Innovaciones en la evaluación del estudiante: un sistema de amplia perspectiva (cap. 2)*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Hugo, D. V., y Sanmartí, N. (2003). Intentando consensuar con futuras profesoras de Ciencias los objetos y criterios de su evaluación. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 445–462.
- Ibañez, V. E. y Gómez Alemany, I. (2005). La interacción y la regulación de los procesos de enseñanza-aprendizaje, en la clase de ciencias: análisis de una experiencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), 97–110.
- Johnson, D.W. & Johnson, R. (1985). R. Motivational processes in cooperative, competitive and individualistic learning situations. En C. Ames y R. Ames (eds): *Research on motivation in education*. Vol 2, 249-286. Florida: Academic Press
- Lobato, C, (2006). Metodología de Enseñanza-Aprendizaje para el desarrollo de competencias. En M. de Miguel (coord.): *Estudio y trabajo autónomos del estudiante (cap. 8)*. Madrid: Alianza Editorial.
- Lobato, C. y otros. (2011). Una universidad que aprende: innovación y cambio educativo en la UPV/EHU. En Fernández y Rekalde (eds): *Intervención innovadora para la formación de trabajo en equipo del alumnado universitario con el aprendizaje cooperativo (cap. 9)*. Bilbao: Servicio Ed. de la UPV/EHU.

- Macías, A.; Mazzitelli, C.; Maturano, C. y Guirado, A. (2009). ¿Qué responden los estudiantes universitarios sobre su eficacia autorreguladora en tareas de aprendizaje? *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 13-16. Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde: <http://enciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-13-16.pdf>
- Mauri, T., y Rochera, M.J. (2011). Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la Educación Secundaria. En César Coll (coord.): *La evaluación de los aprendizajes en la educación secundaria* (cap. 7). Barcelona: Grao.
- Monereo, C. y Castelló, N. (2009). Pisa como excusa. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza. En Carles Monereo (coord.): *La evaluación como herramienta de cambio educativo. Evaluar las evaluaciones.* (cap. 1). Barcelona: Grao.
- Nunziati, G. (1990). Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice. *Cahiers pédagogiques*, 280, 47-64.
- Polanco, A. (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación.*, 5(2), 1-13.
- Sanmartí, N. (2011). Didáctica de la Física y la Química. En Aureli Caamaño (coord.): *Evaluar para aprender, evaluar para calificar* (cap. 9). Barcelona: Grao.
- Vermunt, J.D. (1995). Process oriented instruction in learning and thinking strategies. *European Journal of Psychology of Education*, 10(4), 325-349.

Estrategias discursivas de los familiares en la construcción de un tercer espacio, en una actividad de agroecología escolar en comunidad

Amat, A; Espinet, M

Grupo LIEC y Grupo GRESC@ del Departamento de didáctica de la matemática i de las ciencias experimentales. Universitat Autònoma de Barcelona

aamatv@gmail.com

RESUMEN

La acción de la investigación se desarrolla en una pequeña escuela rural de Cataluña, donde están aplicando un proyecto de educación para la sostenibilidad y quieren incorporar actores comunitarios a través del huerto escolar. En la escuela mensualmente, se hacen unas actividades compartidas, las “horteradas”, donde se encuentran distintos miembros de la comunidad (alumnos, maestros, familias y vecinos) mezclados en grupos cooperativos. Entendemos que los alumnos y los familiares nos llegan en la escuela con Discursos propios del primer espacio, el del día a día, y que en la escuela nos encontramos en un segundo espacio de Discurso propio de las disciplinas que se quieren enseñar. En el estudio se investiga cómo los familiares articulan el paso de un espacio de Discurso a otro, para formar un nuevo espacio de Discurso, el tercer espacio.

Palabras clave

Huerto escolar, comunidad, análisis del discurso, escuela de primaria y tercer espacio.

INTRODUCCIÓN

La intervención educativa que investiga este trabajo se ha estado desarrollando en una pequeña escuela rural, la escuela Valldeu, en Sant Martí de Centelles, que se encuentra aproximadamente a unos 60Km al norte de Barcelona. La escuela está formada por unos 40 alumnos, desde 3 hasta 12 años, y 5 profesores. La tasa de inmigración es elevada, se sitúa entre un 30 y un 40%.

Se empezó a trabajar con la escuela hace cuatro años, cuando, a través de un programa de educación ambiental municipal, se construyó un huerto en la escuela. A partir de los

resultados de un estudio que hicimos (Amat 2009), el curso siguiente, los maestros decidieron que querían trabajar el huerto con toda la comunidad educativa: alumnado, profesorado, familiares y vecinos. De esta manera, vinculamos la acción con la investigación a través de mi tesis doctoral.

Hicimos reuniones con todos los actores y nos dimos cuenta que todos los actores querían participar en alguna actividad educativa. Así, creamos las "horteradas", unas actividades mensuales, donde todos los actores aprenden y enseñan a partir del huerto escolar. Cada horterada se centra en un tema concreto de la agroecología, como la interacción suelo – agua, por ejemplo, y se organiza alrededor de tres actividades diferentes: una actividad en el huerto, una de observación y una de experimentación.

En estas actividades todos los alumnos, de edades diferentes, trabajan conjuntamente en grupo. En cada grupo, hay 2 o 3 familiares que ayudan a organizar, mientras aprenden con los alumnos. Los maestros se distribuyen en 1 o 2 maestros por cada dos grupos. El rol de los maestros es echar una mano a los familiares, organizar las actividades y dinamizar las actividades cuando sea necesario.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Marco teórico

El objetivo principal del trabajo es entender qué procesos ocurren cuando se encuentran todos estos agentes en un aula para educar a través de una actividad de agroecología.

Podemos entender que gran parte de las actividades de las personas se dan, a menudo, dentro de una comunidad de práctica, entendida como grupos de personas que comparten tareas o trabajos. Podemos entender, también, que estas comunidades de práctica tengan un Discurso (con D mayúscula) propio, que permita mantener el sentido de pertenencia y diferenciarse de otras comunidades (Gee 2004). El Discurso (con D mayúscula) de Gee (2004) son las maneras que distinguen diferentes maneras de hablar, leer, escribir, pensar, crear, valorar, actuar e interactuar con cosas o con otras personas.

Entonces, podemos entender la escuela como un espacio de confluencia de diferentes comunidades y, por tanto, de diferentes Discursos. A grandes rasgos, podemos distinguir que hay una serie de Discursos propios de las disciplinas de la escuela y habrá una serie de Discursos propios de las familias, de la comunidad, etc.

En este encuentro entre Discursos de distinta procedencia, podemos entender que se dan ciertas relaciones de poder, porque los que son propios de la escuela ejercen una fuerte presión sobre los que son más propios de las familias, haciendo que haya, así, una serie de conocimientos y prácticas que, a veces, queden fuera de la escuela (Moje 2004).

A partir de esta perspectiva, varios autores (Gutiérrez et al 1999, Moje 2004, Quigley 2010) nos hablan del tercer espacio, como aquel que se crea a partir del contacto de un primer y un segundo espacio de Discurso. En este caso, el primer espacio representa el espacio de casa, de fuera de la escuela, de la comunidad del pueblo, en cambio el segundo espacio representa el espacio de la escuela.

Según Moje (2004), podemos entender la relación entre estos dos espacios de tres maneras diferentes. En primer lugar, como una construcción de puentes entre el primer y el segundo espacio, que permitan conectar los Discursos escolares con los no escolares.

En segundo lugar, como un espacio de navegación en que los alumnos deberían ir sustituyendo los Discursos no escolares para los escolares. Y, finalmente, con la posición que defiende la autora, debería ser un espacio donde a partir de un "diálogo" se reformulen de nuevo los dos Discursos, se dé nueva forma al conocimiento científico escolar, pero también al conocimiento de cada día de los estudiantes.

Pero para describir este tercer espacio en momentos de interacción, en el mundo *micro* dónde todo es muy efímero, el enfoque dialógico del aprendizaje de las ciencias nos es también útil. En ése sentido, Roth (2009) utiliza otra metáfora la del antiguo *Sabir* o lengua franca, una antigua lengua del Medievo que permitía a los marineros del mediterráneo entenderse en todos los puertos, y que era una hibridización de las lenguas románicas: italiano, catalán, occitano, castellano, francés y portugués.

Según Roth (2009), los alumnos más que intentar utilizar el Discurso de las ciencias o el Discurso de su día a día, construyen nuevas formas de hablar. El lenguaje con el que entran en la escuela es el sustrato, el abono y la herramienta donde crecen los nuevos conocimientos y los nuevos contenidos; su lenguaje es la materia prima dónde se tendrá que construir los conocimientos en la escuela. Y de esta forma en el diálogo aparecen nuevas formas de hablar, que están construidas de la hibridización de distintos Discursos, un *Sabir* que nace de los dos espacios de Discurso.

Preguntas de investigación

A partir de ese contexto de investigación y del marco teórico elegido para explicarlo, la pregunta de investigación que me planteo es la siguiente:

¿Cómo se articulan los diferentes espacios de Discurso en la interacción, dentro del contexto de una actividad compartida de agroecología escolar?

De esta forma, queremos explicar cómo se van introduciendo los distintos contenidos agroecológicos y qué estrategias usan los familiares para hacer estas transiciones.

Metodología

Para responder a la pregunta, nos centramos en las sesiones de estas actividades compartidas, las horteras, de las cuales estamos haciendo un análisis del Discurso, desde el punto de vista de Gee (2004).

Para ello, se han grabado 5 actividades compartidas diferentes que han sido transcritas. Hemos seleccionado, solamente, las actividades de experimentación y observación, que son los momentos donde hay más actores presentes y donde se ponen en juego más contenidos agroecológicos. Utilizando el software Atlas.ti 6.0, hemos dividido cada actividad en diferentes fragmentos y, a la vez, cada fragmento lo dividimos en las diferentes acciones que se están llevando a cabo.

Cada acción ha sido codificada con distintas categorías de códigos, que han permitido ir detectando aquellos fragmentos que nos expliquen la articulación de los distintos Discursos.

Resultados

Los adultos que participan en las actividades compartidas se encuentran gestionando la tensión de los dos espacios de Discurso. Ayudan a los alumnos a fluir de un espacio a otro, para construir explicaciones de las situaciones experimentales que tienen delante. Podemos entender que existen distintas estrategias discursivas para navegar entre los dos discursos.

Una sería la traducción, que es un proceso muy constante en la actividad y que queda ejemplificado en el siguiente fragmento de la transcripción dónde los niños, los maestros y los familiares discuten sobre que suelo filtra mejor el agua (la primera versión de cada turno es la traducción al castellano, debajo el original en catalán en cursiva):

242 madre 1: A ver! “¿QUÉ SUELO.. QUÉ SUELO.. QUE SUELO ATRAPA MÁS AGUA?

A veure! QUINA TERRA.. QUINA TERRA.. (xxxt) QUINA TERRA. QUINA TERRA ATRAPA MÉS AGUA?

243 Niña 1: ESTA ((señalando la botella con arena))

AQUESTA ((assenyala la de sorra))

244 madre 1: ¿Esta? ¡Pero si esta la suelta!

Aquesta és la que atrapa més? Però si aquesta la deixa anar!!

245 maestra: Atrapar quiere decir: se la queda.

Atrapar vol dir: se la queda.

246 madre 1:

[se la queda]

[se la queda]

247 Niña 1: Esta ((señala la botella con arcilla))

Aquesta ((assenyala l'ampolla amb argila))

La madre pregunta qué suelo atrapa más agua, porque está leyendo el guión de trabajo que le hemos proporcionado al principio de la actividad. La niña 1, que es una de las mayores del grupo, responde que la arena, cuando está claro, que no puede ser la arena, porque ha perdido el agua rápidamente. En ése preciso instante, la maestra que había estado callada gran parte de la actividad y está en un segundo plano, hace una declaración con una clara estructura de traducción “Esto quiere decir aquello”, en este caso, “Atrapar quiere decir: se la queda”. La madre 1 termina la declaración de la maestra al mismo tiempo, las dos dicen “se la queda”. Entre la maestra y la madre, se da un momento de sincronía que permite hacer esta traducción. Además, la madre acompaña el comentario con un gesto propio: las manos juntas llevándoselas hasta el pecho, representando “el se la queda”. Entonces, aclarado, el término los niños entienden exactamente que se los está pidiendo y responden correctamente.

Otra estrategia discursiva similar sería utilizar sinónimos. Los familiares que no son expertos ni en situaciones de aula, ni en agroecología, como los alumnos, nos llegan con un Discurso del día a día, y es desde éste que construyen el conocimiento. Por eso, muchas veces van buscando maneras distintas de decir lo mismo, como pasa en el turno 244 del fragmento anterior, hasta que los alumnos cogen la idea. En este caso, la madre 1 intenta aproximarse a un espacio de Discurso más próximo al de los niños, intentando buscar sinónimos de la palabra “atrapar” y utiliza el verbo “soltar”. Durante ese taller, por ejemplo, mientras que los niños utilizan sobretodo el verbo “caer”, y una niña utiliza el verbo “filtrar”, la madre utiliza: “atrapar”, “soltar”, “caer”, “salir”,

Otra sería reconceptualizar lo que dicen los alumnos para hacer un paso hacia la abstracción. Un fragmento que representa esta estrategia sería el siguiente, justo en el principio de la actividad la madre presenta a los niños los distintos suelos con los que harán los experimentos de filtración. Los niños relacionan los tipos de suelo con el lugar que los encuentran. Así para ellos la “arena” es el suelo del parque, o la arcilla es la “arena de montaña”.

10 Madre 1: Y esta, ¿cuál es?
I aquesta quina és?

11 Niño 1: De...
De...

12 Niña 1: De... DEL PARQUE O DE...
De... DEL PARQUE O DE...

13 Madre 1: Bueno, ¿es arena, no?
Bueno, és sorra, no?

14 Niña 1: Bueno arena...
Bueno sorra...

15 Niño 1: Si...
Sí...

16 Madre 1: Le llamamos arena a eso, no?
En diem sorra d'això no?

17 Niño 2: *Arena del patio*
SORRA DEL PATI.

18 Niña 1: *Arena del patio*
SORRA DEL PATI

19 Madre 1: Si... Aahh, arena del patio. ¿Esta es arena del patio?
Sí... Aahh, sorra del pati! És sorra del pati aquesta?

20 Niña 1: ¡Es arena de montaña! ((La niña 1 se anticipa y contesta la siguiente pregunta))

És sorra de la muntanya! ((La Irene s'anticipa i ja contesta la del següent pot))

21 Niña 1: *No, arena de la playa. .*
NO, SORRA DE LA PLATJA.

22 Madre 1: Es como la de la playa, está en muchos sitios, pero es como la de la playa.

És com la de la platja, n'hi ha a molts llocs, però és com la de la platja.

La madre intenta que cambien la palabra con el adjetivo del lugar, por el nombre del suelo sin adjetivo. Quiere pasar de los distintos tipos de arena, a una sola arena que las agrupe a todas o, dicho de otra forma, que relacionen todos estos lugares donde encuentran este tipo de suelo con la palabra arena. Finalmente, intenta reconceptualizar lo que se ha dicho e intenta resumirlo en el turno 22: “Es como la de la playa, está en muchos sitios, pero es como la de la playa”.

Otra estrategia discursiva sería buscar situaciones compartidas entre alumnos y familiares, a veces utilizan sitios cercanos a la escuela o el pueblo, otras veces situaciones personales que ejemplifiquen el contenido trabajado.

26 Madre 1: AAAH! YO A ESO LE LLAMO ARCILLA! ¿VOSOTROS NO? ¿SABÉIS DÓNDE HAY MUCHA?

AAAAH! JO EN DIC ARGILA D'AIXÒ! VOSALTRES NO? SAPS ON N'HI HA MOLTA? SABEU ON N'HI HA MOLTA?

27 Niño 3: ¿Dónde?
On?

28 Madre 1: ALS LOS *TERRISSOS VERMELLS!* ¿NO HABÉIS ESTADO NUNCA?

ALS TERRISSOS VERMELLS! NO HI HEU ANAT MAI ALS TERRISSOS VERMELLS?

Ella intenta relacionar la arcilla, con algo que cree que los niños pueden conocer, los “terrisos vermells” un lugar cerca de la escuela, dónde el suelo es arcilloso. De esta forma, podrán relacionar el nombre con la experiencia vivida.

CONCLUSIONES

Los familiares que intervienen en esa actividad compartida sólo tienen cómo materia prima el Discurso con el que llegan de casa, su lenguaje del día a día, pero están dentro de un contexto escolar donde el espacio de Discurso dominante es el segundo, el académico. Por eso delante de un fenómeno que tienen que interpretar y que tienen que

ayudar a los niños a interpretarlo usan, principalmente, su lenguaje y su conocimiento para conducir a los alumnos de un espacio a otro.

Actúan, como diría Levi – Strauss (1985), como auténticos *bricoleurs* capaces de ejecutar un gran número de acciones sólo con los medios de los que dispone, en este caso un lenguaje próximo al alumno, con metáforas que pueden entender, y un extenso conocimiento del lugar dónde viven. A diferencia del ingeniero, que sabe qué construirá y lo que construirá y busca, y encuentra, los medios y los materiales para hacerlo, los familiares en las actividades compartidas utilizan pedazos y pedacitos de lenguaje del primer espacio y de lenguaje del segundo espacio, para sobrevivir entre la tensión de los dos espacios de Discurso.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia SEJ2009-13890-C02-02)

BIBLIOGRAFÍA

Amat, A (2009): L'hort escolar sostenible i les percepcions que en té el professorat. Trabajo de investigación de máster. Universitat Autònoma de Barcelona.

Barnes, M (2004): The use of positioning theory in studying student participation in collaborative learning activities. *Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education*, Melbourne.

Gee, J P (2004): Discourse Analysis: What makes it critical? In Rogers, R. *An Introductory Critical Discourse Analysis in education*.(pp. 19 – 50) London: Lawrence Erlbaum.

Gutiérrez, KD; Baquedano – López, P; Tejeda, C (1999): Rethinking diversity: Hybridity and hybrid language practices in the third space. *Mind, Culture, and Activity*. 6:4, 286 – 303.

Levi – Strauss (1985): El pensament salvatge. Edicions 62 i Diputació de Barcelona, Barcelona.

Moje, E.B; McIntosh, K; Krmaer, K; Ellis, L; Carrillo, R; Collazo, T (2004): Working toward third space in content area literacy: An examination of everyday funds of knowledge and discourse. *Reading Research Quarterly*, 39, 38–72.

Quigley (2010). In their words: An exploration into how the construction of congruent third space creates an environment for employment of scientific discourse in urban, African – American kindergarten girls. *Unpublished doctoral dissertation*. Indiana University.

Roth, W.M (2009): Dialogism. A Bakhtinian Perspective on Science and Learning. Sense Publishers, Rotterdam.

Descripción de un estudio Delphi para caracterizar la competencia científica deseable para la ciudadanía¹

Blanco, A.¹; España, E.¹; González, F. J.²

¹*Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga y*

²*I.E.S. Salvador Rueda. Málaga*

ablancol@uma.es

RESUMEN

Esta comunicación forma parte de un estudio Delphi cuyo objetivo es obtener datos empíricos, en el ámbito de nuestro país, que nos ayuden a caracterizar el concepto de competencia científica deseable para la ciudadanía. Se hace una descripción del estudio, centrándonos en su diseño y en su desarrollo. Han participado 31 expertos de diversos campos relacionados con la ciencia y la tecnología. También se presenta de forma global los resultados obtenidos. Consideramos que estos resultados nos permitirán, en el contexto educativo, plantear la enseñanza de la competencia científica de forma más precisa y acorde a una visión consensuada de la misma.

Palabras clave

Competencia científica, ciudadanía, estudio Delphi.

INTRODUCCIÓN

El análisis de cómo se realizó la introducción de las competencias básicas en los currículos de la educación obligatoria en nuestro país parece dar a entender que fue fruto de la urgente necesidad de atender las recomendaciones de la Unión Europea (UE, 2006) en unos momentos en que dichos currículos ya estaban en la fase final de su elaboración (Tiana, 2011).

En el caso concreto de la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico (en adelante competencia científica) su inclusión hubiese requerido, entre otros aspectos (Pro y Rodríguez, 2010, Cañal, 2011, Pro, 2011), de un proceso previo y sosegado de análisis y reflexión sobre cómo entender esta competencia en el contexto de la educación obligatoria.

Existen de entrada, como indica Hernández (2005), dos perspectivas muy diferentes para abordar esta cuestión: la competencia científica para hacer ciencia o la competencia científica para entender el mundo a través de la ciencia y la tecnología y desenvolverse en él. Esta segunda perspectiva se refiere a considerar la competencia científica de los ciudadanos/as, incluidos, por supuesto, los científicos. En este caso, la pregunta clave sería: ¿Qué relación con la ciencia y la tecnología y qué relación con el mundo a través de ellas aspiramos que tengan los ciudadanos? La respuesta a esta pregunta permitiría caracterizar su competencia científica y, posteriormente, abordar su formación.

Si nos centramos en la educación obligatoria en España, lo que implica situarnos en el marco de formación integral, tenemos que considerar a los niños/as y adolescentes como futuros ciudadanos/as, algunos de los cuales llegarán a ser científicos. En este caso, la segunda de las perspectivas antes descritas es esencial, sin olvidar por supuesto la primera.

El objetivo del estudio que aquí se describe es obtener datos empíricos, en el ámbito de nuestro país, que nos ayuden a caracterizar el concepto de competencia científica deseable para la ciudadanía. Esta tarea, aunque tiene evidentes implicaciones educativas, desborda los límites de este ámbito y requiere un tratamiento multidisciplinar para el que sería importante contar con especialistas de diversos campos relacionados con la ciencia y la tecnología (Fensham, 2007).

OBJETIVOS

Partiendo de la necesidad de esta mirada amplia y multidisciplinar, se trata con este estudio de obtener respuesta a las dos cuestiones siguientes:

- a) ¿Qué aspectos importantes de la “competencia científica deseable para la ciudadanía” emerge de la opinión de un grupo de expertos en distintos ámbitos de la ciencia en nuestro país?
- b) ¿Qué similitudes y diferencias existen entre los puntos de vista de los distintos grupos de expertos?

En este trabajo se hace una primera presentación de la investigación, centrándonos en la descripción del estudio realizado, tanto en su diseño como en su desarrollo. También se presentan, de forma global algunos de los resultados obtenidos, quedando para trabajos posteriores su desarrollo más detallado y las conclusiones.

DISEÑO DEL ESTUDIO

El método Delphi

Para llevar a cabo este estudio se ha escogido el método Delphi, una metodología de investigación multidisciplinar para la realización de pronósticos y predicciones (Landeta, 1999; Osborne *et al.* 2003), cuya finalidad es, en muchas ocasiones, la consecución de un consenso basado en la discusión entre expertos, sin la interacción cara a cara. Se trata de un método sistemático de solicitud y recolección de juicios sobre un tema concreto mediante el uso de un conjunto de cuestionarios secuenciados y cuidadosamente diseñados, intercalados con breves informaciones y con retroalimentación de las opiniones derivadas de las primeras respuestas.

Tres rasgos caracterizan a este método y lo diferencian de otros grupos de métodos interrogativos: las respuestas y la interacción en el grupo son anónimas, se produce una múltiple iteración de las respuestas del grupo con retroalimentación intercalada y se utiliza el análisis estadístico. Las principales desventajas que se achacan a este método son la duración del proceso, la mortalidad de la muestra, la influencia de los investigadores en las respuestas debido a la formulación de las preguntas iniciales y del análisis del primer cuestionario. Normalmente se considera que el número mínimo de participantes en un panel Delphi debe ser 10, reduciendo el error y mejorando la fiabilidad cuando aumenta el tamaño del grupo. No es aconsejable recurrir a más de 30 expertos, pues la mejora en la previsión es muy pequeña y normalmente el incremento en coste y trabajo de investigación no compensa la mejora.

Elaboración de la tarea inicial

Supone un aspecto crucial en los estudios Delphi, especialmente en los que se parte de una “visión abierta”. Para la selección de la pregunta inicial se ha tenido en cuenta la que planteó el programa PISA 2006 (OCDE, 2006), para sentar las bases de la evaluación internacional de los jóvenes de 15 años:

“¿Qué es importante que sepan, valoren y sean capaces de realizar los ciudadanos en las situaciones que comportan un contenido científico o tecnológico? Responder a esta pregunta supone determinar los cimientos de la evaluación en los siguientes términos: los conocimientos, valores y habilidades que poseen hoy los estudiantes se relacionan con lo que necesitarán en el futuro” (OCDE, 2006, p. 20)

El enfoque adoptado en este estudio es similar, con la única diferencia de que las respuestas a esta pregunta las vamos a utilizar no para la evaluación, sino para identificar aspectos importantes de la competencia científica deseable para los ciudadanos, y, posteriormente, valorar su inclusión en el marco de la educación obligatoria.

En cuanto a la estructura de la tarea se ha seguido el esquema utilizado por Osborne *et al.* (2003), que llevaron a cabo un estudio para conocer la opinión de expertos sobre qué ideas acerca de la naturaleza de la ciencia deberían ser enseñadas en la ciencia escolar. Para cada uno de las ideas indicadas, los expertos debían señalar un contexto particular en el que la persona pudiese encontrarla útil y establecer por qué tal idea es importante que sea conocida.

Tomando en consideración estos antecedentes, se formuló una primera versión de la tarea inicial, tal y como se muestra a continuación:

- 1^a. Indique, desde su punto de vista, tres aspectos importantes del ámbito científico-tecnológico que deberían formar parte del bagaje de cualquier ciudadano/a para desenvolverse de forma adecuada en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida.
- 2^a. Justifique usted por qué considera importante cada uno de los aspectos que ha indicado.
- 3^a. Escriba, para cada uno de los aspectos mencionados, un ejemplo concreto en el cual se ponga de manifiesto la importancia que le ha otorgado.

Ha sido de gran ayuda la revisión crítica de la tarea inicial por parte de seis personas de “contacto”, miembros del equipo asesor del proyecto de investigación (Blanco, España y González, 2010) o personal docente e investigador de la Universidad de Málaga (de áreas de conocimiento relacionadas con los distintos grupos de expertos a los que se pretendía preguntar). A estas personas se les pidió opinión, especialmente sobre la claridad de las preguntas y su pertinencia para el colectivo al que iba destinada y para los fines perseguidos.

En cuanto a la claridad de las preguntas, estos plantearon objeciones al término “aspectos”, incluido en la primera pregunta, por considerarse una expresión vaga. Lo cual motivó su concreción en la redacción definitiva indicando que nos referíamos a conocimientos, habilidades, actitudes o valores. De esta forma la tarea inicial quedó tal y como se recoge en la descripción de la primera fase.

Por otra parte, la decisión de pedir a los encuestados solo los tres aspectos (conocimientos, habilidades, actitudes o valores) que considerasen más importantes,

estuvo precedida por un debate en el seno del equipo de investigación. Si bien esta limitación podría ensombrecer las aportaciones de ciertos expertos, se pensó que equilibraría las del conjunto, dada la gran heterogeneidad de la muestra que se pretendía utilizar en el estudio, y facilitaría la labor de análisis de los cuestionarios. En todo caso, el equipo de investigación tuvo en consideración esta cuestión a lo largo del estudio y estimó la conveniencia de atender nuevos aspectos, no contemplados en la primera fase, incluyendo una cuarta fase.

Selección de los participantes

Dado los objetivos del estudio se consideró necesario que los expertos a los cuales teníamos que preguntar deberían pertenecer a colectivos dedicados a distintas profesiones relacionadas con la ciencia y la tecnología que pudiesen tener, de entrada, una gran diversidad de planteamiento sobre las cuestiones investigadas. Así, y siguiendo la metodología del estudio de Osborne *et al.* (2003) antes citado, se consideró que sería importante contar con científicos e ingenieros, filósofos, sociólogos e historiadores de la ciencia, didactas de la ciencia, y comunicadores de la ciencia –periodistas y profesionales de museos y centros de ciencia-.

De acuerdo con estos criterios, y con la ayuda de las personas de contacto, se fue perfilando un listado de expertos de cada una de los grupos citados de forma que representasen lo mejor posible la diversidad de planteamientos que pudiese esperarse dentro de cada uno de ellos. La invitación a los potenciales participantes fue realizada por el equipo de investigación del proyecto y por diferentes contactos. Se enviaron invitaciones a 53 expertos, en las que se les informaban de los objetivos y de las características del estudio. La muestra inicial del estudio, teniendo en cuenta los criterios de partida y las invitaciones aceptadas (31), quedó formada por los siguientes grupos:

1. Personal Docente e Investigador Universitario (7). Se incluye en este grupo a doctores de áreas de conocimiento de ciencia e ingeniería, pertenecientes a diferentes colectivos del personal docente e investigador (PDI) de universidades españolas.
2. Investigadores y/o profesionales de empresas (6). Pertenecen a este grupo investigadores de centros de investigación no universitarios y profesionales dedicados a la investigación o a otras tareas en empresas tecnológicas.
3. Historiadores y filósofos de la ciencia (6). Constituyen este grupo doctores de Áreas de Conocimiento de Filosofía pertenecientes a diferentes colectivos de PDI de las universidades españolas.
4. Didactas de las Ciencias (6). Formado por cinco doctores del Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias pertenecientes a diferentes colectivos de PDI de las universidades españolas y una profesora de Enseñanza Secundaria con una posición reconocida en esta área en el ámbito nacional.
5. Comunicadores de las Ciencias (6). Formado por periodistas científicos y profesionales de planetarios y museos de la Ciencia españoles.

DESARROLLO DEL ESTUDIO

El estudio se desarrolló, inicialmente, en tres fases a las que finalmente se decidió añadir una cuarta. La toma de datos se prolongó durante todo el año 2010.

Primera fase

Su objetivo era recabar las opiniones espontáneas de los expertos sobre aspectos importantes de la “competencia científica” deseable para los ciudadanos. La tarea inicial consistía en responder a las siguientes cuestiones:

1^a. ¿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^a. Justifique usted por qué considera importante cada uno de los aspectos que ha indicado.

3^a. Escriba, para cada uno de los aspectos mencionados, un ejemplo concreto en el cual se ponga de manifiesto la importancia que le ha otorgado.

40 aspectos emergieron de este análisis (véase tabla 1) y de cada uno de ellos se realizó una ficha resumen que incluía una descripción del mismo, algunas justificaciones y ejemplos de contextos planteados por los expertos en sus respuestas.

Segunda fase

Consistió en valorar, teniendo presente la ficha resumen, cada uno de los 40 aspectos identificados en la 1^a fase en función de la importancia concedida para que cualquier ciudadano/a pueda desenvolverse de forma adecuada en los diferentes contextos en los que se desarrolla su vida. La tarea a realizar constaba de dos partes:

- A. Valoración, mediante una escala Likert de 5 puntos, de la importancia de cada uno de los 40 aspectos, relacionados por orden alfabético de su denominación.
- B. Planteamiento de las observaciones que se considerasen convenientes con relación a las valoraciones, a la categorización realizada por los investigadores (conveniencia de separar algunos aspectos o de unir otros, modificaciones en la denominación de algún aspecto, etc.) y al contenido de los otros apartados de las fichas resumen.

Cumplimentaron esta tarea 29 de los 31 expertos que participaron en la 1^a fase.

Tercera fase

Consistió en valorar cada uno de los 40 aspectos identificados en la 2^a fase, teniendo presente los resultados obtenidos en esta fase, que incluían la puntuación media de cada aspecto, así como la moda y desviación típica. También disponían de la ficha resumen de cada aspecto en las que se habían incluido las observaciones planteadas por los expertos en dicha fase. Cumplimentaron esta tarea 27 de los 29 expertos que participaron en la 2^a fase.

Cuarta fase

Los resultados de las 2^a y 3^a fase, mostraron que sobre un buen número de los aspectos valorados, independientemente de la puntuación otorgada, no se habían planteado observaciones sobre su sentido y su significado.

Ahora bien, sobre otros aspectos si se plantaron observaciones que demandaban precisar su sentido y su significado o diferenciarlos de otros; cuestiones que, a juicio de algunos de los participantes, no habían quedado suficientemente atendidas en las tres fases

anteriores. Por estas razones el equipo de investigación consideró necesario llevar a cabo una ampliación del estudio con objeto de atender a estas cuestiones.

Media	Aspectos identificados en la 1ª fase y valorados en la 2ª y 3ª fases		Media
4,52	Actitud/ espíritu crítico	Conocimiento de las relaciones entre Ciencia-Tecnología-Sociedad y Ambiente	3,52
4,42	Responsabilidad individual	Aprecio por los resultados de la Ciencia y por el modo de racionalidad científico	3,50
4,30	Capacidad para buscar, analizar, sintetizar y comunicar la información	Conocimientos sobre el origen de la vida y la evolución	3,46
4,15	Conocimientos matemáticos básicos	Conocimientos básicos sobre la naturaleza del conocimiento científico	3,46
4,15	Capacidad de aprendizaje autónomo	Conocimiento y comprensión del método científico	3,46
4,15	Capacidad analítica	Conocimientos medioambientales	3,42
4,11	Curiosidad e interés	Comprensión del papel, de la función y de la relación de las personas con la Tecnología	3,41
4,08	Capacidad de razonamiento, análisis interpretación y argumentación en torno a fenómenos y a conocimientos científicos	Conocimientos de la principales leyes y teorías de la Ciencia	3,38
4,04	Capacidad para resolver problemas	Conocimientos para el manejo de redes de comunicación	3,33
4,00	Capacidad de observación	Conocimientos de los principios fundamentales de la Física	3,32
3,92	Rigor y precisión	Comprensión del trabajo científico	3,30
3,89	Capacidad de trabajo en equipo	Conocimiento de la evolución histórica de las ideas fundamentales de la Ciencia y de la Tecnología	3,23
3,89	Capacidad para usar un ordenador y acceder a Internet	Conocimientos elementales de Estadística	3,15
3,85	Conocimientos básicos de las principales reglas aritméticas	Conocimientos de Historia Universal	3,07
3,81	Conocimiento y dominio del Inglés	Manejo de los procedimientos científicos	3,04
3,67	Cálculo mental de operaciones aritméticas sencillas	Comprensión y uso de los lenguajes de la Ciencia	3,04
3,65	Conocimientos básicos de las disciplinas científicas	Conocimientos básicos de Genética	2,96
3,58	Actitudes y hábitos saludables y medioambientales	Conocimientos sobre energía y ondas	2,81
3,54	Conocimientos básicos sobre el cuerpo humano, la salud y el consumo	Conocimientos elementales sobre escalas de tamaño y tiempo en el Universo	2,80
3,54	Comprensión de qué es la Ciencia y de sus diferencias con otras actividades humanas	Conocimientos de Cosmología	2,73

Tabla 1. Relación de los 40 aspectos, identificados en la 1ª fase y valorados en la 2ª y 3ª fases, ordenados en función de la puntuación media otorgada en la 3ª fase.

Aunque se ofreció la oportunidad de volver a considerar los 40 aspectos ya valorados en las 2ª y 3ª fases, se hizo hincapié en la valoración de los nuevos aspectos (véase tabla 2).

Por otro lado, esta ampliación no estaba prevista en la planificación inicial que se envió a los participantes y, por ello, suponía un esfuerzo extra, a la ya generosa y desinteresada participación mostrada. Aún así, 23 expertos atendieron a esta nueva tarea, aunque la representatividad de los distintos grupos fue variable.

Aspectos nuevos valorados en la 4ª fase	Media
Capacidad de síntesis y de integración de conocimientos	4,38
Capacidad para plantear problemas (es decir, de detectar o concebir problemas de interés)	4,35
Capacidad de pensar tentativamente, en términos de hipótesis que han de ser puestas a prueba	4,14
Valores y actitudes responsables, y acciones que contribuyan a un futuro sostenible	4,09
Trabajar con rigor y buscar la precisión, pero sin pensar que los conocimientos científicos son exactos e inmodificables	4,05
Capacidad de hacer estimaciones	4,00
Familiarización con las estrategias características de la actividad científica	3,95
Aprecio por el modo de racionalidad científico	3,86
Capacidad de concebir estrategias y diseños experimentales	3,76
Aprecio por los resultados de la Ciencia	3,70

Tabla 2. Relación de los aspectos nuevos valorados en la fase IV, ordenados según la puntuación media obtenida.

A partir de los datos obtenidos en las cuatro fases descritas (tablas 1 y 2), el estudio ha continuado planteándose las siguientes cuestiones:

- Identificación de los aspectos sobre los que existe consenso.
- Resultados por grupos y de diferencias entre los grupos de la muestra.
- Visión global de los resultados.

Consideramos que estos resultados nos permitirán, en el ámbito educativo, caracterizar la competencia científica de forma más precisa y acorde a una visión consensuada de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, A., España, E., & González, F. J. (2010). Un proyecto de investigación para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria, en Quesada A. & Abril, A. (eds.): *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 729-735. Jaén: Universidad de Jaén.

Cañal, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de las ciencias. En Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona: Graó-Ministerio de Educación, 35-55.

Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas? En *Foro Educativo Nacional. Competencias científicas*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional de la República de Colombia, 31-52. Disponible en:

<http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/article-128237.html>.

Consultado el 20 de marzo de 2012.

Fensham, P. (2007). Competences, from within and without: new challenges and possibilities for scientific literacy. En Linder, C.; Östman, L. & Wickman, P.(eds.). *Promoting scientific literacy: science education research in transaction*. Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University. Uppsala, Sweden, 113-119.

Landeta, J. (1999). *El método delphi: una técnica de previsión del futuro*. Barcelona: Ariel.

OCDE. (2006). *PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana.

Osborne, J.; Collins, S.; Ratcliffe, M.; Millar, R. & 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.

Pro, A. & Rodríguez, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en la educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-404.

Pro, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. En Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona. Graó-Ministerio de Educación, 13-33.

Tiana, A. (2011). Análisis de las competencias básicas como núcleo curricular en la educación obligatoria española. *Bordón*, 63(1), 63-75.

UE (2006). Recomendación, 2006/962/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial de la UE, del 30 de diciembre de 2006. Bruselas. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:ES:PDF>.

Consultado el 21 de diciembre de 2010.

NOTA.

Los autores agradecen la inestimable y desinteresada colaboración de los 31 expertos/a y las 6 personas de contacto, sin los cuales no hubiese sido posible llevar a cabo este estudio.

¹ Esta comunicación forma parte del proyecto de I+D+i «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)» (EDU2009-07173) financiado por la Secretaría de Estado de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria de 2009.

Visibilidad de las científicas en la educación y la cultura actual

Amanda Carrasquilla Carmona y M^a Ángeles Jiménez López

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad de Málaga

majimenez@uma.es

RESUMEN

Se presenta una investigación experimental, consistente en evidenciar los conocimientos específicos que tiene el profesorado, sobre la actividad científica femenina, a lo largo de la historia.

Se investiga con una extensa muestra de profesorado en activo de universidad, bachillerato y primaria, junto con grupos de profesorado en formación de distintos masteres de profesorado, en especialidades de ciencias.

Se analizan los resultados de un cuestionario que de forma directa o a través de internet lo responden los grupos anteriormente enunciados.

El prisma bajo el que las mujeres científicas aparecen, soporta muchas carencias, que se podrían suplir con nuevos enfoque y una acción planificada y coordinada. Existen aún muchos problemas estructurales, que sin duda condicionan su presencia y con ella la calidad de los aprendizajes. Nos referimos fundamentalmente a la necesidad de introducir y hacer mucho más visible, en la educación, la actividad de las científicas y las espléndidas aportaciones de muchas mujeres inventoras y científicas a lo largo de la historia.

Es necesario mostrar los aspectos humanos de la ciencia, ya que no se suele presentar como una construcción humana realizada por mujeres y hombres. Suele mostrarse una ciencia de presentes, de estados finales sin detallarse ningún aspecto del proceso de construcción de los conocimientos, pocas veces aparecen “personas que hacen ciencia”, y la gran mayoría de estas son hombres, por ello es necesario visibilizar a las científicas e introducir las contribuciones femeninas en ciencia.

Palabras clave

Científicas, inventoras, tecnólogas, visibilidad femenina en la ciencia. Opiniones del profesorado.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A pesar del importante papel que han realizado algunas mujeres en las ciencias, continua muy arraigada la idea de que la ciencia y la tecnología son cosas de hombres. El prejuicio de que el acervo de conocimientos científicos interesa más a los hombres, frente a las mujeres, y que estas se interesan más por las letras, sigue constituyendo un tópico muy arraigado en la sociedad. También se dice que los conocimientos más útiles

si pueden interesar a las chicas, pero estos no se consideran como la parte más teórica o fundamental de la ciencia. Este hecho discute y analizan en diferentes investigaciones, donde se resalta el importante papel de las mujeres en la ciencia (Pérez y Alcalá 2001)

Generalmente, es difícil calibrar los niveles de igualdad alcanzados en la educación científica. Los diagnósticos que se realizan entre el alumnado y el profesorado coinciden en señalar que, tanto dentro o fuera de las aulas, las oportunidades educativas femeninas se encuentran por debajo de lo deseable. Aunque las leyes democráticas y la sociedad no explicitan ninguna discriminación hacia las chicas (Carrasquilla y Jiménez, 2010).

Si la escuela, es una parcela de la sociedad, entre las que las ideas fluyen y encuentran su eco, las opiniones que en la escuela encuentran acogida, también suelen tener repercusión en la sociedad. Y recíprocamente, los prejuicios existentes en la sociedad también llegan a las aulas. Es posible que, por este motivo, la percepción del continuo e importante trabajo femenino en ciencias no suele aparecer en la historia de las ciencias. Tampoco están en los textos escolares o en el resto de los materiales didácticos que se utilizan en las aulas, ni en el estudio de las diferentes ramas científicas. Este hecho, puede ser uno de los impedimentos más importantes para hacer más efectiva la enseñanza de las ciencias centrada en la motivación de las niñas, y para el empleo de metodologías que tengan en cuenta sus específicos intereses. Apenas se refuerzan los lazos entre la escuela y la sociedad, ni se optimizan los mutuos recursos que tanto la sociedad como la escuela pueden ofrecer, para conseguir conjuntamente elevar el interés por la ciencia de forma inclusiva y generalizada.

El profesorado se queja del elevado ratio alumno/profesor, que impide hacer una enseñanza donde se muestre una ciencia más humanizada y el empleo de metodologías más experimentales y más dedicada a los grupos de clase. Así, la alternativa más usada en la mera transmisión unidireccional del conocimiento en el proceso de enseñanza aprendizaje, realizado con tanta frecuencia que puede ser preocupante y una posible causa del rechazo de muchas chicas hacia las ciencias. Ya que no se crea un ambiente propicio donde la motivación nazca de los intereses personales de ellas hacia los saberes científicos que se imparten en el aula, que se muestran muy cerrados hacia los intereses masculinos (Carrasquilla y Jiménez, 2011).

Asimismo, se constata en diferentes investigaciones que no se conectan los programas de ciencia, como sería deseable, con los saberes humanísticos, con el progreso y las repercusiones culturales, aspectos que también favorecería la presencia femenina. Los contenidos transversales, dirigidos a la totalidad del alumnado, están impregnados de aspectos científicos que sin duda interesan y motivan a chicos y chicas. Si la ciencia y la tecnología estuvieran más presente en estos desarrollos curriculares, los recursos educativos para la educación en igualdad de motivación e intereses sería más efectiva (Jiménez y Carrasquilla, 2011).

A este panorama, sin duda preocupante, se le ha de sumar el déficit democrático que históricamente han sufrido las mujeres y las múltiples situaciones de discriminación que muchas han tenido que superar.

El progreso educativo ha de ser global, también los medios de comunicación y la sociedad en general han de impregnarse de estas nuevas ideas, para que realicen un importante papel. La presencia femenina en la ciencia y la tecnología es escasa en los medios de comunicación la participación de las mujeres como referentes de la cultura científica y tecnológica también es escasa. Generalmente, la programación de estos

medios se supeditan a intereses económicos y mercantiles y no les interesan temas relacionados con la cultura científica y menos con la participación femenina.

Avalando este enfoque encontramos movimientos internacionales que reivindican la necesidad de realizar acciones de política educativas para llegar a una mayor participación y reconocimiento de las mujeres en el ámbito científico y tecnológico., Tiene sentido señalar la Declaración de Haifa¹, celebrada en Israel en 2011, por su actualidad y relevancia donde se dice, *“Instamos a los gobiernos a tomar las medidas apropiadas para aumentar la permanencia y el progreso las mujeres y las niñas en la ciencia y los campos relacionados con la tecnología mediante la puesta en las marcha de mecanismos de apoyo para las niñas y la transición de las mujeres desde la educación. Instamos a las escuelas y universidades a desarrollar estructuras de apoyo, incluidos los programas de tutoría y orientación profesional, para alentar a las mujeres y las niñas a seguir carreras en ciencia y tecnología.”*

Por todo ello, es necesario diseñar estrategias para mejorar, para ello es necesario partir de un diagnóstico certero, a lo que pretende contribuir este trabajo. Las propuestas que se van a realizar se justifican de acuerdo a unos presupuestos básicos generales:

- El importante papel que siempre han desempeñado las mujeres en la ciencia.
- El interés del sexo femenino en la cultura científica, equiparable a los hombres.
- Y, por último, un diagnóstico genérico inicial sobre los aspectos de la cultura científica y su importancia vital y social, en el que hay que incluir por igual a todas las personas, independientemente del género, u cualquier otro rango.

OBJETIVO

Este trabajo, es parte de un proyecto más amplio, que pretende aproximarse al conocimiento, ideas, concepciones y compromisos educativos personales que el profesorado tiene sobre las aportaciones de las mujeres en ciencias. Y la manera que consideran deben darse a conocer en las enseñanzas científicas en todos los niveles, y a la sociedad en general.

El propósito del cuestionario completo podemos focalizarlo en conseguir dos grupos de información:

- Realizar una categorización sobre los aspectos que conocen de la actividad y aportaciones femeninas en ciencias.
- Identificar que actuaciones llevarían a cabo, para conseguir una mejora en la educación en igualdad del alumnado.

METODOLOGÍA

Se ha realizado un cuestionario directamente o a través de Internet y se han obtenido 339 devoluciones, esta herramienta de recogida de datos consta de veintiocho cuestiones, de las cuales en la presente comunicación abordaremos solamente el grupo que se refieren al conocimiento del profesorado en relación a la igualdad real, social y educativa hacia el protagonismo de las mujeres en la ciencia.

¹ Conferencia Internacional para mujeres lideres en ciencia, tecnología e innovación celebrada en Haifa, Israel, entre los días 29 de mayo y 3 de junio del 2011.

Los grupos son: Profesorado Universitario del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de todas las Universidades de España, y algunas de Europa y América.

Profesorado de Enseñanza Secundaria, Formación Profesional y de Educación Primaria. Alumnado de los diferentes Masteres de Profesorado de las diferentes especialidades de ciencias, licenciados en diferentes especialidades científicas y futuros docentes.

Alumnado de último curso de Educación Primaria y de Pedagogía, que constituyen colectivos que iniciarán al alumnado en las ciencias y, que en su caso, son los que aportarán referentes de científicos y científicas.

RESULTADOS

1.- Algunas personas desconocen el papel de las mujeres en los descubrimientos científico.

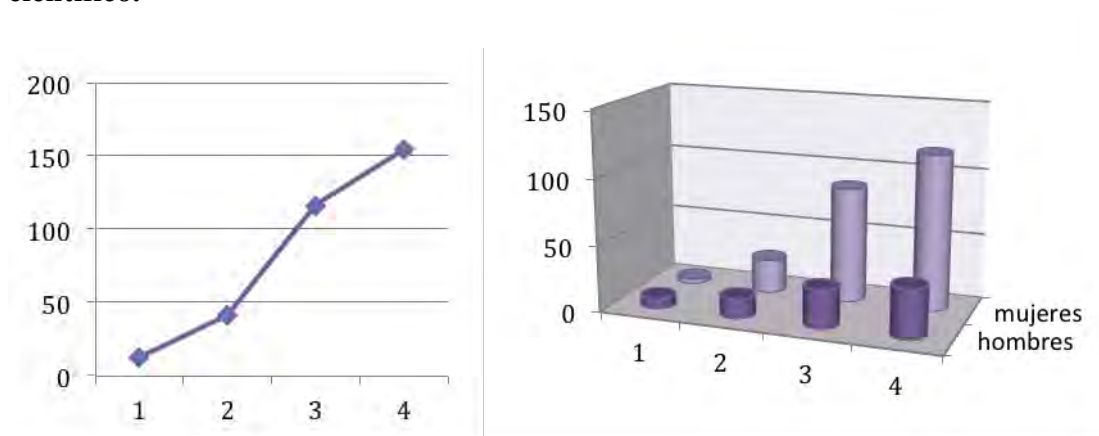


Gráfico 1. Resultados globales

Gráfico 2. Resultados por sexos

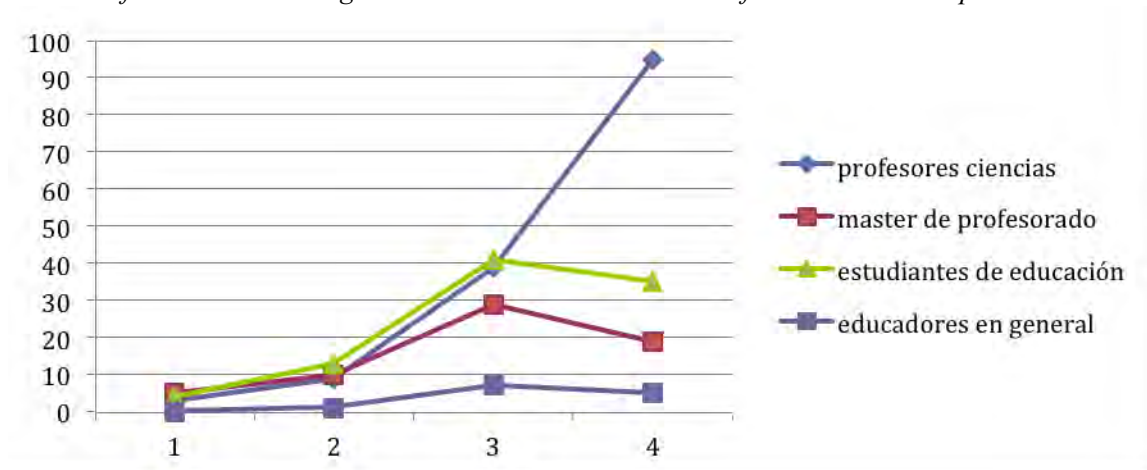


Gráfico 3. Resultados por grupos

Escala: (1= mínimo acuerdo), (4=máximo acuerdo)

Se aprecia un máximo acuerdo entre el colectivo femenino, y aún mayor entre las profesoras de universidad.

2.- En el currículum de formación del profesorado se dan a conocer las aportaciones de diferentes hombres a la Ciencia a lo largo de la historia.

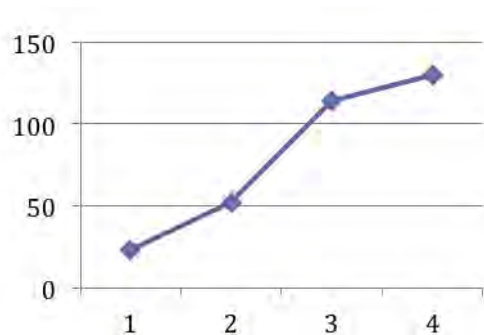


Gráfico 4. Resultados globales

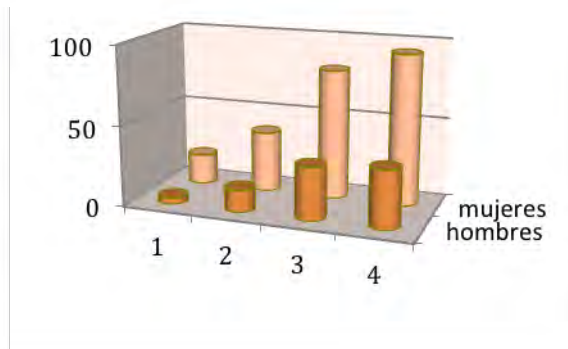


Gráfico 5. Resultados por sexos

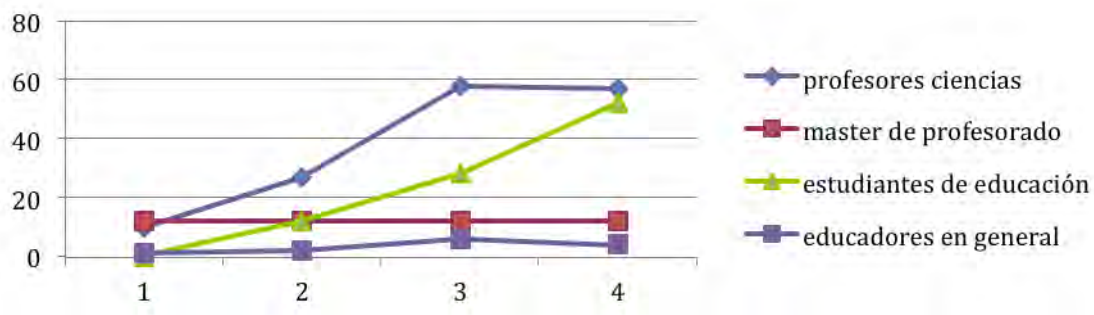


Gráfico 6. Resultados por grupos

Escala: (1= mínimo acuerdo), (4=máximo acuerdo)

6.- En general, las personas desconocen los descubrimientos científicos femeninos

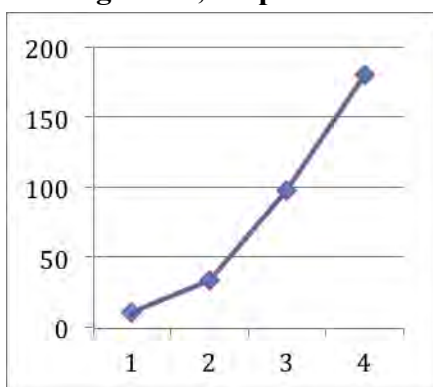


Gráfico 7. Resultados globales

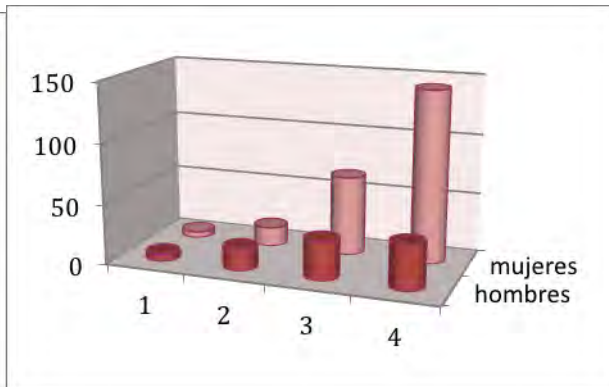


Gráfico 8. Resultados por sexos

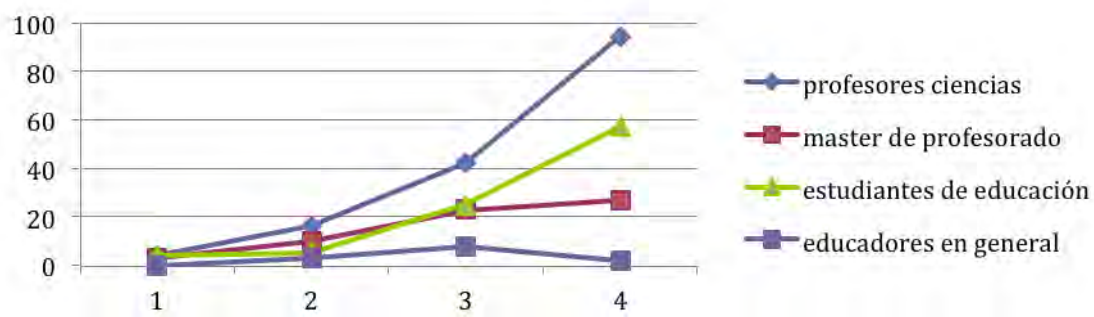


Gráfico 9. Resultados por grupos

Escala: (1= mínimo acuerdo), (4=máximo acuerdo)

15.- En el currículum de formación del profesorado se presentan los descubrimientos científicos realizados por hombres y mujeres de forma equitativa y justa.

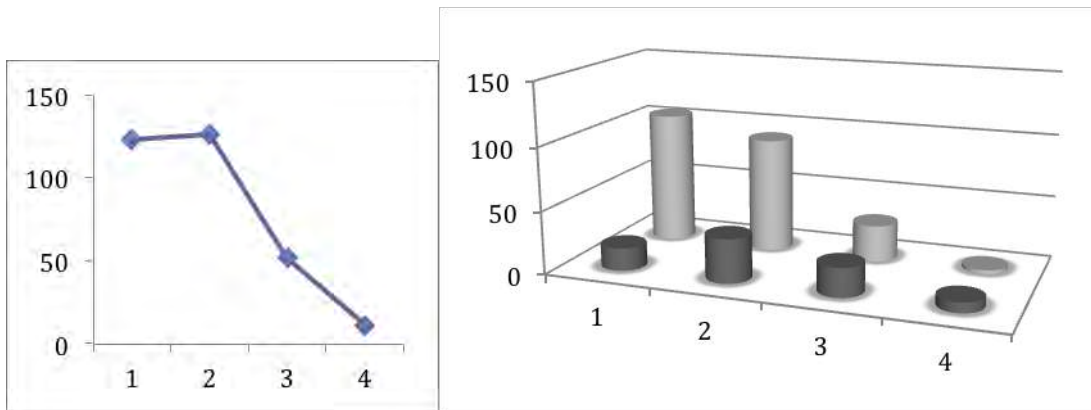


Gráfico 10. Resultados globales

Gráfico 11. Resultados por sexos

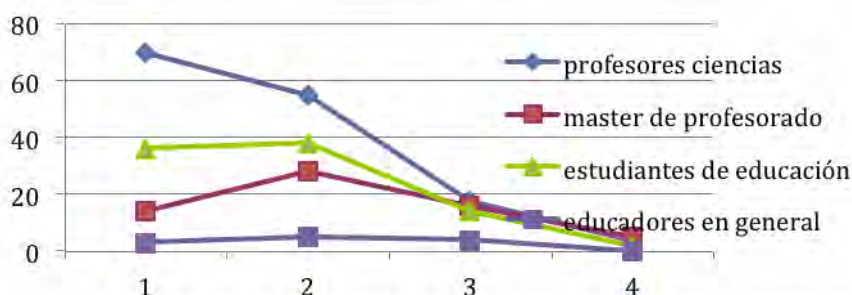


Gráfico 12. Resultados por grupos

Escala: (1= mínimo acuerdo), (4=máximo acuerdo)

16.- Me gustaría conocer más a fondo los logros de la actividad científica e investigadora de las mujeres.

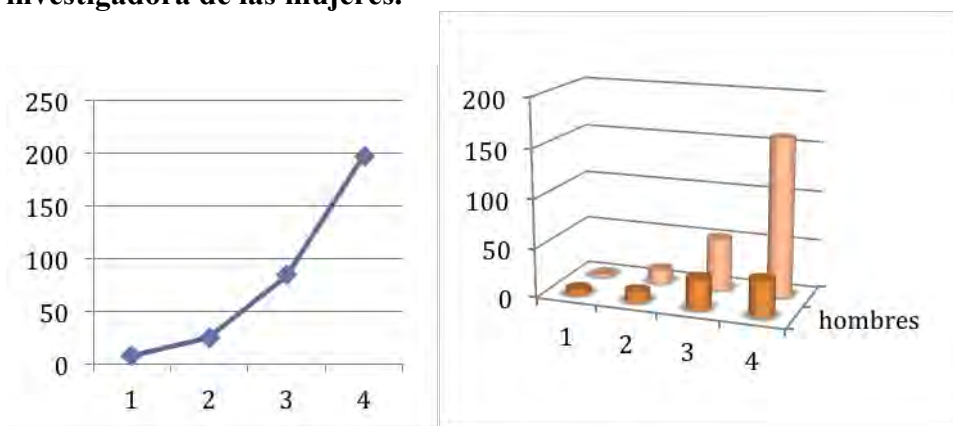


Gráfico 13. Resultados globales

Gráfico 14. Resultados por sexos

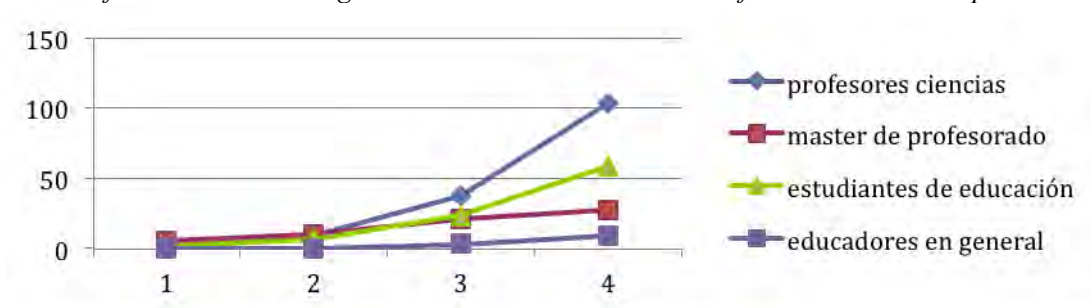


Gráfico 15. Resultados por grupos

Escala: (1= mínimo acuerdo), (4=máximo acuerdo)

19.- En los textos y manuales de Ciencias apenas se presentan descubrimientos de mujeres.

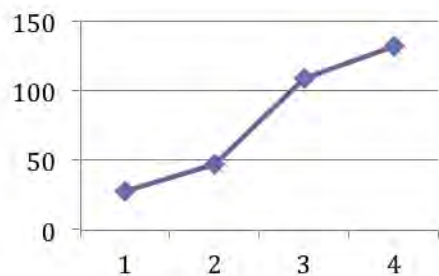


Gráfico 16. Resultados globales

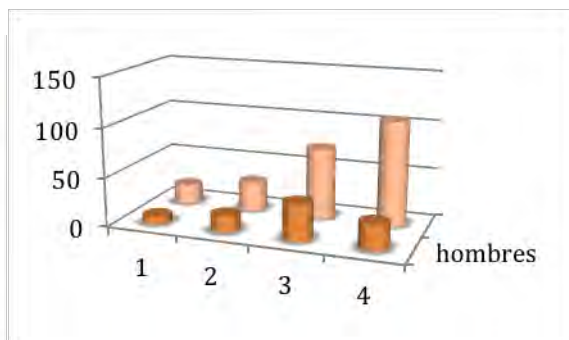


Gráfico 17. Resultados por sexos

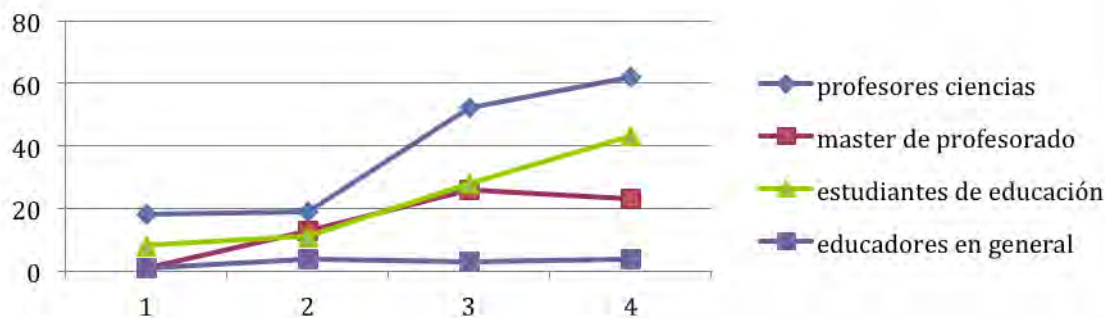


Gráfico 18. Resultados por grupos

Escala: (1= mínimo acuerdo), (4=máximo acuerdo)

Comentando de forma conjunta las preguntas 15, 16 y 19, se puede afirmar que, en general, se está de acuerdo en que los descubrimientos científicos que han realizado científicos y científicas a lo largo de la historia no se recuerdan con igualdad y justicia. Las respuestas de mujeres expresan mucho más su desacuerdo y su sensibilidad ante este injusto trato. Las respuestas de las mujeres parecen percibir con mayor claridad la invisibilidad femenina que por distintas razones han contribuido al desigual trato. En pregunta 16 aparece la mayor frecuencia en la opción de máximo acuerdo, y en mayor medida en el grupo de profesoras universitarias del área de didáctica de las ciencias.

El perfil de las curvas de los gráficos 3 y 6, correspondientes a las preguntas 1 y 2, son semejantes. No obstante se aprecian una diferencia notable en la opción tercera: Hay un mayor acuerdo en que, se dan a conocer más las aportaciones científicas obtenidas por los hombres, a lo largo de la historia.

También se muestra un resultado importante en el acuerdo con las ideas de que, se desconocen los descubrimientos científicos femeninos, que apenas se presentan en los diferentes ámbitos sociales, y que a la mayoría les gustaría conocerlos más. En todas estas respuestas destaca el acuerdo de las mujeres profesoras de universidad.

CONCLUSIONES

Sin ánimo de obtener conclusiones generalizables, aunque ya aparecen resultados cuantitativos muy evidentes, destacan algunos aspectos que de forma unánime compartimos los componentes del equipo de investigación-experimentación.

El cuestionario en su conjunto lo responden más las mujeres, en una proporción aproximada de 80% mujeres, y 20% hombres, a pesar de que se les ha insistido igual a unos y otras. Se evidencia, como primera conclusión, el mayor interés femenino, cosa

lógica, puesto que se tratan cuestiones relacionadas con el reconocimiento las contribuciones femeninas.

La aceptación y el interés que se ha manifestado, y la facilidad en realizar el cuestionario ha sido otro de los aspectos en los que se coincide plenamente. Los aspectos básicos que suelen tratarse en las clases, son en su mayoría de tipo científico y técnico. Los aspectos históricos y sociales apenas se abordan. Así, los resultados reflejan una tendencia espontánea a realizar un enfoque científico descontextualizado, ya que las escasas referencias a personas son masculinas, con lo que se traslada la idea errónea de que la ciencia es una actividad más propia de hombres.

Si se indaga en las respuestas, estas indican que si hay un reconocimiento, al menos teórico, del interés femenino por la ciencia. También resulta interesante resaltar las respuestas englobadas en las categorías extremas, máximo y mínimo acuerdo, que siempre están en la dirección más aceptable, por ello, el trabajo educativo y social debe encaminarse a reforzar estas tendencias, sin necesidad de cambiarlas.

Respecto a las medidas educativas que se desean adoptar, cabe resaltar que hay una inclinación mayoritaria por acciones de tipo informativo, es urgente, conocer más profundamente la situación de las mujeres en la actividad científica, para favorecer su permanencia en igualdad de trato. Hacia esta idea las actitudes son favorables y también se estima necesaria la realización de materiales didácticos nuevos que introduzcan esta visión.

Se concluye, asimismo, que es relevante mostrar el desconocimiento generalizado que se tiene sobre las contribuciones científicas femeninas, aunque se aprecia una demanda social hacia una mayor información sobre la situación presente e histórica de las aportaciones femeninas en la ciencia a fin de recuperar sus memorias con una nueva visión más democrática y equitativa.

BIBLIOGRAFÍA²

Carrasquilla, A. y Jiménez, Á. (2011). *Revisión escolar del protagonismo femenino en la Ciencia*. III Congreso Universitario Nacional Investigación y Género. U. de Sevilla.

Carrasquilla, A. y Jiménez, Á. (2010). *Descubrimientos e inventos de mujeres científicas. Una asignatura pendiente en las aulas*. I Congreso internacional reinventar la profesión docente: Nuevas exigencias y escenarios en la era de la información y de la incertidumbre. Universidad de Málaga.

Jiménez, A. Carrasquilla, A. (2011). *Ella será inventora*. III Congreso Universitario Nacional Investigación y Género "I + G". Universidad de Sevilla.

Jiménez, A. Carrasquilla, A. (2010). *Inclusión escolar y aportaciones sociales de mujeres científicas e inventoras*. Actas XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén.

Pérez, E. y Alcalá, P. (2001). *Ciencia y género*. Madrid: Editorial Complutense.

² Aunque la normativa referida a citas bibliográficas recomienda indicar únicamente la inicial del nombre de los autores o autoras, en ésta y otras referencias se ha aceptado aunque no la compartimos, ya que el nombre completo de la autora ayuda a visibilizar la autoría femenina de la obra, objetivo al que no podemos renunciar, y son: Eulalia Pérez, Paloma Alcalá, Amanda Carrasquilla y Ángeles Jiménez.

Expectativas iniciales del alumnado y *algunas repercusiones* en la asignatura de Didáctica del medio físico-químico en el Grado de Maestro de Educación Primaria

De Echave, A., Ferrer, L.M., Morales, M.J., Pueyo, J.L., Serón, F.J.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.
Correo. aechave@unizar.es.*

RESUMEN

En este trabajo se analizan las expectativas del alumnado al comienzo de la asignatura “Didáctica del Medio Físico Químico” en la titulación de Grado de Maestro de Educación Primaria de Unizar desde la perspectiva del *Género* y de los *Estudios previos* a la titulación y sus posibles repercusiones en la docencia universitaria.

Palabras clave

Expectativas de los estudiantes, formación inicial del profesorado, conocimientos de física y química, currículo de Educación Primaria.

INTRODUCCIÓN

Esta comunicación recoge una experiencia basada en una práctica reflexiva (Perrenoud, 2004) de la innovación didáctica en la asignatura de carácter obligatorio “Didáctica del medio físico-químico” del segundo curso del Grado de Maestro de Educación Primaria (en adelante EP). Surge de las siguientes consideraciones previas:

- La puesta en marcha de los nuevos grados nos anima desde una práctica reflexiva a analizar el punto de partida del alumnado en relación a la asignatura mencionada para orientar nuestra práctica docente.
- Desde hace años, se ha venido estudiando el perfil del alumnado en cuanto a sus posibilidades de éxito en la asignatura (De Echave, Morales & Sánchez, 2010). Estas observaciones se ven corroboradas por distintas investigaciones que pueden tener consecuencias para la enseñanza de las ciencias (Osborne, Driver & Simon, 1998; Claxton, 2001; Vazquez & Manassero, 2008).
- Las carencias conceptuales en los aspectos disciplinares básicos suponen para el alumnado verdaderas dificultades a la hora de abordar esta materia pese a su carácter principalmente didáctico.
- El papel del profesorado de Educación Primaria, en concreto su interés y afición por las ciencias y *el valor atribuido a la ciencia escolar* en su práctica docente se entiende como esencial para la motivación y el éxito en los

aprendizajes de los niños y niñas de ese nivel educativo (Aikenhead, 2003; Benlloch, 2002).

- El desarrollo de la asignatura pretende una capacitación profesional, en el sentido que le da Perrenoud, en el ámbito del marco curricular de la Educación Primaria para el área de Conocimiento del Medio.

Desde una *perspectiva sociocultural* la ciencia no es sólo una empresa cognitiva que el aprendiz desarrolla en solitario sino que es, sobre todo, una empresa social y es, precisamente este tipo de actividad la que hace posible participar en su cultura. Es esta perspectiva, como dice Benlloch (2002), la que nos va a permitir ver la influencia de las restricciones de carácter social en la apropiación, uso y transferencia del conocimiento científico. Una manifestación de esa influencia es la convergencia entre ciencia escolar y cultura científico-escolar o el caso en que la divulgación científica es identificada como ciencia escolar y, por otra parte, el valor atribuido socialmente a la ciencia asimilado con las metas educativas.

Socialmente hablando, el aula es uno de los espacios públicos más privados que existen y los valores y normas puestos en juego por el maestro o la maestra adquieren especial relevancia en los aprendizajes del alumnado. Este análisis que planteamos basado en los datos al comienzo de la asignatura nos permite extraer conclusiones que van a iluminar el desarrollo de la asignatura. Ante esta situación de partida nos planteamos una intervención didáctica para mejorar los resultados.

En este sentido cabe destacar respecto a situaciones de cursos anteriores, el incremento del número de estudiantes varones, además de la heterogeneidad añadida que supone la inclusión en una sola titulación frente a las antiguas especialidades que los separaban en la Diplomatura de maestro.

Conviene señalar que en el curso 2011-12 la asignatura “Didáctica del medio físico-químico” se imparte en segundo curso del Grado de EP, a diferencia de los cursos anteriores en los que la asignatura “Didáctica de los aspectos físico-químicos del medio” se impartía en tercer curso de la Diplomatura de EP, lo que representa cierta diferencia en cuanto a la edad de los estudiantes y sobre todo en cuanto a su percepción en relación a la inminente incorporación a la profesión docente. En segundo curso de un grado de cuatro años de duración se ve todavía lejana la profesión.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Metodología y resultados

La metodología seguida en esta experiencia ha consistido en la elaboración de un cuestionario atendiendo a las consideraciones explicitadas anteriormente. Este cuestionario no se ha diseñado como instrumento de medida sino que, a modo de anamnesis¹, sirva para recoger el posicionamiento inicial declarado por parte del alumnado ante la materia.

La adecuación y validez del cuestionario fue comprobada mediante una encuesta piloto en la fase previa al trabajo de campo. Se realiza una representación numérica de las respuestas con el objeto de facilitar su análisis y discusión. La obtención de los datos se

¹ Según el DRAE, está relacionada con la representación o traída a la memoria de algo pasado.

ha realizado a lo largo de cinco cursos académicos consecutivos (2006-07, 2007-08, 2008-09, 2009-10, 2010-11) en los estudios de Diplomatura y en el curso 2011-12, en los de Grado.

El análisis de los resultados obtenidos en los distintos cursos tuvo influencia en la adecuación de la asignatura en los estudios de Diplomatura. El objeto de mantener este seguimiento también en el Grado es el de revisar la utilidad de la información obtenida en el comienzo del curso y que da lugar al presente análisis así como las consecuencias docentes derivadas para la innovación y mejora de la asignatura.

El cuestionario consta de once preguntas, de las cuáles diez son cerradas (ver Tabla 1) y una abierta, es anónimo aunque deben indicar sus estudios de procedencia y sexo. En los diez primeros ítems cada alumna o alumno se posiciona en un eje de extremos opuestos y *representa su respuesta gráficamente*. El ítem nº 11, sin embargo, recoge las expectativas razonadas sobre sus posibilidades de éxito en la asignatura.

En la siguiente tabla se numeran los distintos contenidos a los que hacen referencia cada uno de los ítems del cuestionario:

	Criterio	Ítems del cuestionario
I	<i>Utilidad</i> de los conocimientos físico-químicos	¿Cuál es el grado de utilidad que atribuyes a esta asignatura para tu bagaje cultural? Ninguna utilidad Muy útil <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
II	<i>Interés</i> por la asignatura	¿Qué interés tiene para ti profundizar en los conocimientos físico-químicos adquiridos antes de empezar la carrera? Ningún interés Mucho interés <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
III	<i>Necesidad</i> en la formación inicial del profesorado de EP	¿Crees que esta asignatura es necesaria para la formación del profesorado de Educación Primaria? Nada necesaria Muy necesaria <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
IV	<i>Satisfacción</i> en su experiencia escolar	¿Fue satisfactoria tu experiencia en el estudio de las asignaturas de Física y Química? (No se refiere esta pregunta a tu éxito académico en ellas) Muy insatisfactoria Muy satisfactoria <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
V	<i>Calificaciones</i> obtenidas	¿Cuál fue, globalmente, tu calificación, es decir, la nota media, obtenida en estas asignaturas? 0 10 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
VI	<i>Conocimientos</i> físico-químicos para impartir en EP	¿Consideras que tienes conocimientos suficientes para impartir en EP los contenidos de carácter físico-químico? Muy insuficientes Muy suficientes <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

VII	<i>Agrado</i> en el comienzo de la asignatura	¿Comienzas con agrado el desarrollo de esta asignatura? Total desagrado Mucho agrado <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
VIII	<i>Conocimientos previos</i> para seguir la asignatura	¿Consideras que tus conocimientos son suficientes para el seguimiento de esta asignatura? Muy insuficientes Muy suficientes <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
IX	<i>Conocimiento del currículo</i> de EP	¿Conoces el currículo escolar en lo referente a los aspectos F/Q en el área de Conocimiento del Medio? Desconozco totalmente Conozco a la perfección <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
X	<i>Importancia</i> de los aspectos físico-químicos en EP	¿Piensas que los aspectos F/Q son importantes en la Educación Primaria? Nada importantes Muy importantes <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Tabla 1.

El momento de recoger la información se decide atendiendo a la intervención educativa en el desarrollo de la clase, por eso se ha elegido pasar el cuestionario el primer día del curso, una vez que se ha presentado la asignatura pero antes de que se inicie su desarrollo. Durante la presentación de la misma, las profesoras hacen explícitos los objetivos, las competencias profesionales a desarrollar, así como los criterios de evaluación. Este momento determina el tipo de estudiantes que responden a la encuesta y se corresponde con los que tienen la intención de hacer un seguimiento presencial de la asignatura. Esta muestra se entiende como la más adecuada para el ajuste de la intervención didáctica.

El objetivo de esta intervención inicial en la asignatura consiste en facilitar un marco y un tiempo para la reflexión que ayude a los estudiantes a situarse ante la materia con una proyección de su ejercicio profesional en la EP.

Los resultados obtenidos se analizan por ítem y se agrupan por sexo y estudios previos a la titulación. Se realiza un estudio cuantitativo de las respuestas que permite describir de una manera más detallada la situación observada. La muestra estudiada se compone de 195 estudiantes de 231 matriculados.

A continuación se adjuntan las tablas de resultados en las que *Ciencias* agrupa a los bachilleres de Ciencias de la Salud y Tecnológicos, *Letras* a aquellos que no han tenido la opción de estudiar Física y Química en esos niveles, *M* corresponde al grupo de mujeres y *V* al de varones:

	<i>Letras</i>	<i>Ciencias</i>	NC	Totales	Porcentajes Globales
n° de <i>M</i>	97	27	1	125	66,1
n° de <i>V</i>	42	18	4	64	33,9
NC	6				
Totales	145	45	5	195	
% <i>M</i>	69,7	60			
% <i>V</i>	30,3	40			
Porcentajes Globales	76,3	23,7			

Tabla 2.

En el grupo de mujeres:

	<i>Letras</i>	<i>Ciencias</i>
% <i>M</i>	78,2	21,8

Y en el de los varones:

	<i>Letras</i>	<i>Ciencias</i>
% <i>V</i>	70	30

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Promedios globales	7,3	7,0	7,5	6,0	6,6	5,8	7,4	6,3	4,3	7,5
Promedio <i>M</i>	7,5	7,0	7,7	6,0	6,6	5,9	7,4	6,2	4,2	7,7
Promedio <i>V</i>	7,0	7,1	7,2	6,1	6,4	5,8	7,6	6,6	4,6	7,3
Promedio <i>Letras</i>	7,2	6,9	7,4	5,4	6,4	5,2	7,3	5,8	4,3	7,4
Promedio <i>Ciencias</i>	7,6	7,7	7,6	7,7	7,0	7,4	8,1	7,9	4,7	7,7

Tabla 3.

Los items globalmente mejor valorados son los I, III, VII y X que revelan una coherencia porque hacen referencia a *utilidad, necesidad, buena disposición e importancia atribuida* a los aspectos físico-químicos.

Los items peor valorados, por otro lado, son los VI y IX que manifiestan sus debilidades en cuanto a su *conocimiento del currículo* de EP.

Comparando los resultados de los ítems V y VI, se observa que la *satisfacción* con respecto a la materia mostrada es inferior a las *calificaciones* obtenidas. Esta percepción puede estar mediatizada por el elevado nivel de éxito obtenido en el curso precedente, 1º del Grado de Maestro de EP. Este curso se compone de asignaturas de las áreas psicopedagógicas con un predominio de enfoques generalistas e indiferenciados y no contiene ninguna asignatura de enfoque didáctico disciplinar.

Comparando los resultados globales de los ítems VI y VIII, se observa que perciben que el *conocimiento de contenidos* físico-químicos necesarios para impartir la EP es superior al necesario para superar la asignatura. De alguna manera, se asume que se puede “aparentar” un saber académico que permite resolver o superar la asignatura en el Grado, aunque subyace la percepción de un conocimiento insuficiente a la hora de enseñar.

Comparando los resultados agrupados por *Género*, se observan las mayores divergencias en lo relativo a los ítems I y III, indicando que la *utilidad* y la *necesidad* en la propia formación es más relevante para las *Mujeres* que para los *Varones*.

Comparando los resultados agrupados por los *Estudios de origen*, se observa que las mayores divergencias se muestran en los ítems II, IV, VI, VII y VIII *interés*, *satisfacción*, *conocimientos físico-químicos*, *agrado en el comienzo* y los *conocimientos previos* para seguir la asignatura, lo que resulta consistente con su experiencia académica previa.

En las Tablas 4 y 5 se recogen los promedios obtenidos para los subgrupos correspondientes a *Estudios de procedencia* y *Género*, que constituyen las categorías de este análisis.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Promedios globales	7,3	7,0	7,5	6,0	6,6	5,8	7,4	6,3	4,3	7,5
Promedio Letras	7,2	6,9	7,4	5,4	6,4	5,2	7,3	5,8	4,3	7,4
Promedio M	7,5	6,8	7,8	5,7	6,5	5,5	7,3	5,9	4,1	7,6
Promedio V	6,9	6,9	7,0	5,1	6,2	4,9	7,3	5,8	4,4	7,1
Promedio Ciencias	7,6	7,7	7,6	7,7	7,0	7,4	8,1	7,9	4,7	7,7
Promedio M	7,6	7,9	7,7	7,3	7,0	7,2	8,1	7,6	4,6	7,8
Promedio V	7,6	7,4	7,6	8,2	6,9	7,7	8,1	8,1	4,8	7,6

Tabla 4

Promedio M	7,5	7,0	7,7	6,0	6,6	5,9	7,4	6,2	4,2	7,7
Promedio M-Letras	7,5	6,8	7,8	5,7	6,5	5,5	7,3	5,9	4,1	7,6
Promedio M-Ciencias	7,6	7,9	7,7	7,3	7,0	7,2	8,1	7,6	4,6	7,8
Promedio V	7,0	7,1	7,2	6,1	6,4	5,8	7,6	6,6	4,6	7,3
Promedio V-Letras	6,9	6,9	7,0	5,1	6,2	4,9	7,3	5,8	4,4	7,1
Promedio V-Ciencias	7,6	7,4	7,6	8,2	6,9	7,7	8,1	8,1	4,8	7,6

Tabla 5

En el grupo de *Letras*, las mayores divergencias entre *Varones* y *Mujeres* aparecen en los ítems I, III, IV, VI y X, referentes a *utilidad*, *necesidad*, *satisfacción*, *conocimientos* e *importancia* de los aspectos físico-químicos en EP.

En el grupo de *Ciencias*, las mayores divergencias entre *Varones* y *Mujeres* aparecen en los ítems II, IV, VI y VIII correspondientes a *interés*, *satisfacción*, *conocimientos para impartir* y *conocimientos para seguir* la asignatura.

Las tendencias en las divergencias entre *Varones* y *Mujeres* se invierten en los grupos *Ciencias* y *Letras*.

En el grupo de *Mujeres*, las mayores convergencias entre *Ciencias* y *Letras* aparecen en los ítems I, III y X, que tienen que ver con la *utilidad*, la *necesidad* y la *importancia* de los de los aspectos físico-químicos en EP.

En el grupo de *Varones*, las divergencias están generalizadas entre *Ciencias* y *Letras* y aparecen en casi la totalidad de los ítems: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII y X.

CONCLUSIONES

Las categorías propuestas para el análisis siguen siendo válidas pese al cambio en la composición de la muestra experimentado con la introducción del Grado respecto a los cursos precedentes estudiados en la Diplomatura.

La categoría *Estudios de procedencia* sigue siendo el rasgo más diferenciador en cuanto al posicionamiento de este alumnado al inicio de la asignatura de “Didáctica del medio físico-químico”. La categoría de *Género* va a permitir matizar los grupos de *Letras* y de *Ciencias*.

Se ha producido un aumento relativo de *Varones* en el Grado de EP respecto a la Diplomatura de EP, debido a la desaparición de las especialidades de Maestro que se ofrecían en los estudios de Diplomatura.

Dentro del grupo de *Varones*, el subgrupo de *Letras* ha aumentado relativamente respecto a la Diplomatura, lo que genera un incremento de la *heterogeneidad* en la composición de los grupos de Grado. Esta característica resulta especialmente negativa a la hora de ajustar los planteamientos docentes para una asignatura de esta naturaleza, en la que los requisitos en cuanto a conocimientos científicos básicos son imprescindibles para el seguimiento exitoso de la misma.

Las *Mujeres de Letras*, aunque siguen siendo mayoritarias, pierden peso relativo con las implicaciones que comporta en la dinámica del grupo y de los valores puestos en juego en el desarrollo de la asignatura y que necesariamente deben tener consecuencias en su impartición.

En este sentido, es muy relevante tener en cuenta el impacto de las expectativas del grupo de *Varones de Letras* que aparece como novedad respecto a los resultados manejados en los últimos cursos de la Diplomatura de EP. Estos resultados y su análisis fueron objeto de una comunicación en el II Congreso Internacional de Didàctiques (2010).

La utilidad de hacer este tipo de análisis, basado en la anamnesis del alumnado, se justifica porque aporta un mejor conocimiento del grupo y de una interpretación más afinada de sus necesidades formativas. Por parte del profesorado necesariamente debe darse una acomodación a las características de los nuevos grupos. En este sentido, es necesario un *reajuste* en cuanto a estrategias metodológicas, presentación de los contenidos, secuenciación de las actividades y criterios de evaluación de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Aikenhead, G. S. (2003). Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. Paper presented at the Fourth Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Research and the Quality of Science Education. Noordwijkerhout, The Neederlands (august 19-23). In http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA_2.pdf

Benlloch, M. (comp. (2001). *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Paidós: Barcelona.

Claxton, G. (2001). *Educar mentes curiosas*. Madrid: Antonio Machado Libros, S.A. Colección Aprendizaje

De Echave, A., Morales, M.J., Sánchez, M.D. (2010). *¿Qué valor atribuye el profesorado de Educación Primaria en formación al conocimiento de los aspectos físico-químicos del medio? Repercusiones en la docencia universitaria*. CD Actes Digitals II Congreso Internacional de Didàctiques. (ISBN: 978-84-8458-305-9) Girona: Departament de Didàctiques Específiques. Universitat de Girona.

Osborne, J., Driver, R. y Simon, S. (1998). Attitudes to science: Issues and concerns. *School Science Review*, 79, 27-33

Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó

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. *Eureka* vol. 5, núm 003 pp. 274-292

El proceso de profesionalización docente en las primeras catedráticas de ciencias experimentales de instituto en España*

Delgado, M^aA.; López, J. D.; López, L.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia
Departamento de Teoría e Historia de la Educación. Universidad de Murcia
(*madelgado@um.es; damian@um.es; llopezbanet@um.es*)

RESUMEN

El análisis del proceso de profesionalización docente de las primeras catedráticas de ciencias experimentales de instituto en España puede ser un sugestivo motivo para que el alumnado del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Secundaria conozca la historia de su formación científica y pedagógico-didáctica, la de su selección mediante el duro sistema de oposiciones de entonces, su visibilidad por medio de la presencia social, institucional, pertenencia a comunidades disciplinares, en el campo de la investigación científica, y, lógicamente, para que reflexionen sobre la práctica docente que desarrollaron y en la que plantearon enfoques innovadores para la enseñanza de las ciencias experimentales en nuestro país.

Palabras clave

Catedráticas de instituto. Profesionalización docente. Género. Ciencias experimentales.

INTRODUCCIÓN

Las mujeres españolas, superando la difícil situación de exclusión de la que partían, fueron incorporándose a los estudios científicos de forma gradual a comienzos del siglo XX. A pesar de que la Constitución española de 1876 declaraba el derecho de todas las personas a la libre elección de profesión, reservaba al Estado el derecho a expedir los correspondientes títulos profesionales y a establecer las condiciones para poder obtenerlos. Hubo que esperar a 1910 para que se permitiera el acceso de las universitarias tituladas a todas las profesiones relacionadas con el Ministerio de Instrucción Pública, superando el “veto de la Ley y el de los profesionales” (Flecha, 1996: 196). Posteriormente, en 1918, se ampliaba el acceso a otros Ministerios.

La docencia en los institutos fue un camino frecuente para aquellas mujeres que buscaban mayor independencia. Quizá porque el acceso a la docencia contaba con cierta tradición al ser una profesión “investida de feminidad” desde que el interés social reclamara a las mujeres a ejercer el magisterio primario (Ballarín, 2010). El acceso a las cátedras de instituto de ciencias experimentales en las mismas condiciones en las que lo hacían los varones fue un hecho en nuestro país a partir de 1928, siendo más tardía su presencia en los cuerpos docentes universitarios.

EL PROCESO DE PROFESIONALIZACIÓN DOCENTE DE LAS PRIMERAS CATEDRÁTICAS DE CIENCIAS EXPERIMENTALES DE INSTITUTO

* Esta acción está financiada por la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia en el marco del II PCTRM 2007-2010, dentro del proyecto de investigación nº 11903/PHCS/09.

Ángela García de la Puerta (Soria, 1903-¿?) se convirtió en 1928 en la primera catedrática de Física y Química de instituto de España. En 1930 lo fue Jenara Vicenta Arnal Yarza (Zaragoza, 1902-Madrid, 1960) y, en 1935, Narcisa Martín Retortillo (Montehermoso, 1910-¿?) (López y Delgado, 2004). La primera mujer catedrática de Ciencias de Naturales fue, en 1932, Emilia Fustagueras Juan (Barcelona, 1897-1996). En 1941 accedieron M^a Ángeles Ferrer Sensat (Barcelona, 1904-1992) y María Bausá Alcalde (Navalcarnero, 1915-¿?).

Formación inicial

Las mujeres españolas partían desde una situación de inferioridad respecto a los varones a la hora de acceder al estudio y a la investigación científica. A pesar de ello, fueron incorporándose de forma gradual a comienzos del siglo XX: en el curso 1915-16 el número de universitarias en las Facultades de Ciencias era de 51 alumnas (1,5%); en el curso 1932-33 dicho número aumentó hasta 534 (14,1%) (Magallón, 2010: 331).

En 1900 las secciones de las Facultades de Ciencias eran Exactas, Naturales, Físicas y Químicas. Las carreras constaban de cuatro cursos y uno más para el período de doctorado. Tras la reforma de 1928, se podía cursar las licenciaturas en Ciencias Naturales, Químicas, Físico-químicas, Físicas, Físico-matemáticas y Exactas. La formación práctica y experimental de los licenciados en Ciencias era el aspecto formativo más deficiente, debido a la precariedad de medios económicos y de espacios apropiados. Severo Ochoa comentaba al respecto que “el excesivo número de estudiantes en las facultades de Medicina y Ciencias de la Universidad de Madrid dificultaba enormemente la posibilidad de que en ellas se llevase a cabo una enseñanza práctica con el alto grado de eficiencia que la formación, tanto profesional como científica de los alumnos hubiese sido deseable” (Ochoa, 1978: 63). No obstante, es necesario destacar la extraordinaria labor desarrollada por Ignacio Bolívar, catedrático de Entomología y director del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, en la introducción a los jóvenes licenciados en la investigación biológica (Baratas y Fernández, 1992). Con la implantación del plan de estudios de 1928 se inauguraron nuevas instalaciones para la Facultad de Ciencias de Madrid, y se renovaron los laboratorios de las de Barcelona y Sevilla. También estaban en vías de realización los de la Facultad de Oviedo y Salamanca. Con anterioridad se había hecho lo propio en la de Zaragoza y Valencia. A pesar de ello, la situación de las universidades en su conjunto y en particular en lo concerniente a los elementos materiales, era preocupante.

Ángela García de la Puerta y Jenara Vicenta Arnal estudiaron en Zaragoza, en la década de los años veinte, la carrera de Ciencias Químicas con unas excelentes calificaciones académicas -matrícula de honor y premio extraordinario-, licenciándose en el año 1926. Tanto una como otra fueron muy pronto doctoras en Ciencias Químicas.

Emilia Fustagueras, Ángeles Ferrer Sensat y María Bausá Alcalde cursaron la licenciatura en Ciencias Naturales y obtuvieron también unas excelentes calificaciones. La primera era además licenciada en Farmacia. La sección de Naturales de Barcelona se había creado en 1910.

La labor de la Junta para Ampliación de Estudios para mejorar la formación de las futuras profesoras de Secundaria

La Junta para Ampliación de Estudios (JAE), creada en 1907, dirigida primero por Santiago Ramón y Cajal y después por Ignacio Bolívar, ha sido la institución que más ha contribuido al progreso científico de nuestro país. Los laboratorios oficiales o

dependientes de la JAE, entre otros el Museo de Ciencias Naturales o Instituto Nacional de Física y Química, prestaron un gran servicio a la hora de paliar esa carencia formativa de los jóvenes licenciados en ciencias de la que hablábamos anteriormente. En estos centros se programaron cursos de geología, biología, física o química con una finalidad pedagógica y también investigadora (López, 1999; López y Delgado, 2007; López, 2010). Estos cursos tuvieron un carácter eminentemente práctico y se realizaban bajo la dirección de investigadores de la talla de Blas Cabrera, Ignacio Bolívar, Enrique Moles, José R. Carracido, Eduardo Hernández Pacheco o Antonio de Zulueta, entre otros (Bernal y López, 2007: 227-228). El laboratorio de la Residencia de Señoritas, una institución análoga a la Residencia de Estudiantes, también ayudó a paliar la ausencia de clases prácticas en la universidad.

A pesar de la creencia de que las mujeres se sentían poco atraídas por los estudios científicos, la lectura de las Memorias anuales publicadas por la Junta para Ampliación de Estudios constata su presencia en los trabajos de investigación y en los cursos de ampliación científica (López, 1996:463; Delgado, 2009:138). En este sentido, cabe destacar la fundamentada opinión del que fuera catedrático de Física y química de instituto, catedrático universitario después y uno de nuestros mejores científicos, Miguel A. Catalán Sañudo, respecto a la mayor o menor capacidad de las mujeres para desarrollar una tarea científica: “cuando las mujeres estudien en igual proporción que los varones y muchas de ellas se dediquen a la investigación y sean aceptadas en los centros intelectuales a la par de los hombres, habrá llegado el momento de decidir si están capacitadas o no, pero mientras tanto la pregunta tiene que quedar sin contestar” (Velasco, 1977: 105). La Junta también posibilitó la estancia en otros países a muchas mujeres para ampliar sus conocimientos científicos o para conocer nuevos planteamientos metodológicos para mejorar su práctica docente (Delgado, 2009).

Investigación científica realizada por las futuras catedráticas

La labor investigadora de las profesoras García de la Puerta y Arnal Yarza fue similar en sus inicios: trabajaron en los laboratorios de Química teórica y de Electroquímica de la Facultad de Ciencias y de la Escuela Industrial, ambos de Zaragoza, y en el de Electroquímica de la Escuela Superior del Trabajo de Madrid, especializándose en esta rama de la química. Estas profesoras conocían los idiomas francés y alemán. De hecho, la profesora Arnal tradujo por encargo de la editorial Labor Geschachte der Chemie, de Bauer y Geschte der Physik, de Kistner.

J. Vicenta Arnal trabajó en la Universidad de Basilea, becada por la JAE. También lo hizo en el Instituto Nacional de Física y Química. Publicó en revistas como *Helvética Chimica Acta*, *Transactions of the American Chemical Society*, *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, *Universidad*, algunas en colaboración con el profesor Rius y con A. García de la Puerta.

Narcisa Martín Retortillo fue también investigadora en el Instituto Nacional de Física y Química, centro en el que durante los primeros años 30 del siglo XX, las mujeres llegaron a ser un 22% del personal investigador (Magallón, 1998). Publicó distintos trabajos científicos, alguno de ellos en colaboración con Enrique Moles, publicado en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* (López y Delgado, 2004; Araque, 2008). Era investigadora del CSIC, primero en el Instituto de Óptica Daza Valdés y en el Instituto de Edafología (Santesmases, 2008:161).

María Bausá Alcalde a partir de octubre de 1943 desempeñó su actividad como investigadora del CSIC en el Jardín Botánico durante siete cursos, y en el Instituto de

Edafología y Fisiología Vegetal a partir de 1951. Simultaneó su labor en el Jardín Botánico con la de catedrática del Instituto “Isabel la Católica” de Madrid. En 1956 solicitó la excedencia activa con reserva de cátedra para continuar con su actividad investigadora. La profesora Bausá publicó distintos trabajos científicos en Anales del Jardín Botánico, Anales de Edafología y Fisiología vegetal, y Farmacognosia.

Docentes universitarias

Fueron también jóvenes profesoras universitarias. Ángela García de la Puerta fue Ayudante y Auxiliar en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. Jenara V. Arnal fue asimismo Auxiliar en dicha Facultad. Emilia Fustagueras durante varios cursos académicos (1929-1932) compaginó su tarea docente con el cargo de Ayudante de clases prácticas de la cátedra de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona (ACMEC, 32/15403). Ángeles Ferrer Sensat fue profesora Auxiliar interina en la cátedra de Zoología de artrópodos, simultaneando esa actividad con la de ser profesora de clases de prácticas en el Instituto Balmes.

Formación pedagógico-didáctica

Algunas de las primeras catedráticas de instituto habían estudiado Pedagogía en las Escuelas Normales. Ángela García de la Puerta, Jenara Vicenta Arnal Yarza y Ángeles Ferrer Sensat eran maestras.

La profesora Ferrer a los 16 años tuvo su primera experiencia como profesora en la escuela nocturna de su madre, Rosa Sensat. Asistió a la Escuela Municipal del Bosque de Montjuic: “Allí amé la naturaleza, y por eso quise en mi profesión, hacer que la conocieran y se enamorasen de ella también, los muchachos y muchachas confiados a mi maestrazgo” (García, 1996: 52). En el Institut-Escola de Barcelona, creado en 1932, y dirigido por el catedrático de Física y Química Josep Estalella, se formó un grupo de profesores renovadores e innovadores. Entre ellos Emilia Fustagueras Juan, Enriqueta Ortega Feliu, Irene Sunyer Pi o María Ángeles Ferrer Sensat. Manuel Ainaud, pedagogo y artista catalán, miembro del Consejo de Cultura de la Generalitat de Cataluña en los años 30, propuso a ésta última la creación en el Museo de Ciencias Naturales de un Centro de Orientación de la Enseñanza de las Ciencias Naturales para grupos escolares, que incluía la elaboración de lecciones, planes y proyectos de excursiones, recogida de materiales, montaje de acuarios y terrarios para el estudio de los ambientes locales y el respeto por la naturaleza, cargo que desempeñó durante nueve años, desde 1931 hasta 1940. Los años comprendidos entre 1932 y 1939 fueron, según el propio testimonio de Ángeles Ferrer, los de “su mejor trabajo y el más interesante vivido”.

Acceso a cátedras de instituto

El proceso selectivo de oposiciones a cátedras de instituto era duro durante la etapa que comentamos. El Reglamento por el que se regía en 1928 las oposiciones a cátedras de Física y química, en las que obtuvo plaza Ángela García de la Puerta, consistía en la realización de cinco ejercicios. En el primero se contestaba por escrito durante cuatro horas a dos temas de los que formaban el Cuestionario -213 temas en esa ocasión -; en el segundo -que era oral- se contestaba a cinco; el tercero era de carácter práctico - resolución de problemas y realización del análisis cualitativo de distintas sustancias desconocidas-; en el cuarto se explicaba durante una hora y cuarto como máximo un tema de los que el opositor había preparado en su programa con el material científico y la bibliografía que considerara oportuna, preparándolo en ocho horas como tiempo máximo. En el quinto ejercicio el opositor realizaba la defensa oral del programa que

presentaba y de la metodología propuesta para la enseñanza de estas disciplinas, en una hora como máximo (ACMEC, Legajo 7991-3).

No será hasta 1932 cuando encontremos a la primera mujer catedrática de Ciencias Naturales, Emilia Fustagueras Juan. El proceso selectivo superado por esta profesora constaba de cinco ejercicios: unos eran de carácter teórico -escrito y oral-, otros prácticos (clasificación de visu de 80 ejemplares, disección de un cangrejo y desarrollo por escrito de un trabajo sobre dos minerales y dos plantas). Posteriormente se realizaba una exposición oral sobre el concepto y metodología de la asignatura y el razonamiento y discusión de la Memoria pedagógica y del programa entregado por el opositor. Por último, se explicaba una lección de las contenidas en dicho programa elegida al azar entre tres. Nueve años después, en 1941, accedieron María Bausá Alcalde y M^a Ángeles Ferrer Sensat.

Como ha ocurrido siempre a lo largo de la historia de este nivel educativo, en las oposiciones a cátedras de instituto se prestó menos importancia a valorar la formación pedagógico-didáctica que la propiamente disciplinar. Aún a pesar de que las disposiciones de la administración educativa incidían en la importancia de la preparación pedagógica de los opositores, podemos afirmar que primó más la valoración del conocimiento disciplinar demostrado por los opositores que la valoración de su capacidad pedagógico-didáctica (López, 2001).

Presencia en sociedades científicas

Martina Casiano Mayor, en 1912, fue la primera socia de la Sociedad Española de Física y Química. En 1929 lo haría Jenara V. Arnal. También figuraban como socias en 1931 Ángela García de la Puerta y Narcisa Martín Retortillo. Este año eran socias 64 mujeres, algunas de ellas de otros países.

Es de destacar la presencia de J. Vicenta Arnal en distintos eventos de sociedades científicas: en 1947 fue autorizada para concurrir al Primer Centenario de la Royal Society y al XI Congreso Internacional de Química Pura y Aplicada que se celebró en Londres. A finales de ese mismo año, como Delegada de la Sección de Intercambios del CSIC, estuvo en el Japón. En julio de 1953 asistió al XIII Congreso Internacional de Química Pura que se celebró en Estocolmo y Upsala; también asistió a la reunión del Comité Internacional de Termodinámica y Cinética electroquímicas, que se celebró en Viena (Araque, 2008).

Por lo que respecta a la Real Sociedad de Historia natural, el 2 de noviembre de 1932 fue admitida Emilia Fustagueras como socia. Durante el período 1871-1936, 72 mujeres eran socias de esta sociedad científica (Magallón, 2010).

Desempeño de cargos directivos

Ángela García de la Puerta fue secretaria y directora de centros de segunda enseñanza. Vicenta Arnal desempeñó el cargo de vicedirectora del Instituto Beatriz Galindo en 1940 y directora a partir de 1955. Narcisa Martín Retortillo fue vicedirectora, jefa de estudios y directora a partir de 1965 en el Instituto Emperatriz María de Austria (Araque y Villa, 2011). Ángeles Ferrer fue también directora en el Instituto Infanta Isabel de Barcelona.

CATEDRÁTICAS INNOVADORAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Destacaremos ahora el interés de estas profesoras por la innovación y renovación de la enseñanza de las ciencias. Para ello nos fijaremos en algunas de sus publicaciones didácticas y libros de texto, así como en los testimonios de exalumnos.

Algunas publicaciones de las primeras catedráticas de instituto

J. Vicenta Arnal Yarza

1956. Física y química de la vida diaria. Tercera edición. Madrid: Bolaños y Aguilar.
 1956. Los primeros pasos en el laboratorio de física y química. Instituto de Pedagogía San José de Calasanz. CSIC.
 1958. Lecciones de cosas. Temas científicos. Temas literarios. Barcelona: R. Sopena.
 1958. Química en acción. Madrid: Ruiz Alonso impresor.
 1959. Física en acción. Segunda edición. Madrid. Gráficas Canales
 1953. La selección y ordenación del contenido de la enseñanza elemental de las Ciencias físico-naturales. Las unidades didácticas en la enseñanza elemental de las Ciencias. Bordón, 34, 118-139 y 166-174

Emilia Fustagueras Juan

1948. Ciencias cosmológicas. Barcelona: Ariel.
 1955. Ciencias naturales. Segunda edición. Barcelona: Ariel.

Ángeles Ferrer Sensat

1950. Cosmos: introducción a las ciencias de la naturaleza, primer curso. Barcelona: Teide.
 1951. Natura: introducción a las ciencias de la naturaleza, segundo curso. Barcelona: Teide.
 1982. Llibre de les flors. Barcelona: Teide.
 1985. El Laboratori d'experiències a l'E.G.B. guió de Àngels Ferrer i Grup de Treball de Ciències a l'E.G.B. de l'ICE de la Universitat Politècnica de Catalunya.

La enseñanza de las ciencias en secundaria debía continuar la labor educadora comenzada en la escuela primaria y no ser meramente instructiva. La selección de los contenidos de enseñanza no debía basarse en la lógica de las disciplinas científicas, sino aprovechar la curiosidad e interés del alumnado por las cosas que suceden a su alrededor (animales domésticos, plantas más frecuentes,...) para ir investigando y experimentando. Debían ser globalizados, adaptándose al desarrollo del niño o del adolescente, a sus intereses y vivencias.

El aprendizaje de las ciencias de la naturaleza debía proporcionar al alumnado oportunidades de trabajar como lo hacen los científicos, siguiendo un método, el experimental, que permite la adquisición de destrezas y habilidades propias de la investigación. La finalidad principal era despertar la curiosidad por indagar en los alumnos, habituarles a la observación y a la reflexión y hacerles capaces de enfrentarse a nuevos problemas y a nuevos aprendizajes. Para ello proponían la realización de observaciones guiadas y planteaban experimentos sencillos -para los que no era necesario ningún tipo de material especial o sofisticado sino con recursos de la vida cotidiana- para ir acercando al alumno a la metodología científica.

La enseñanza debía procurar la actividad del alumno, olvidando los métodos descriptivos y memorísticos, utilizando las salidas de campo y excursiones. En este sentido, recordaremos que la profesora Ferrer participó durante su estancia en el Institut-Escola de Barcelona en la puesta en funcionamiento de la colonia escolar de "Can Surell", donde se realizaban una inmensa variedad de actividades.

En el caso de la enseñanza de las ciencias naturales, el dibujo era un instrumento insustituible, teniendo el alumnado que emplearlo constantemente en sus cuadernos de observaciones y experiencias hechas en el laboratorio. Los cuadernos de los alumnos reflejaban los trabajos realizados y las posibles rectificaciones en los resultados obtenidos, tratando de transmitir con ello la naturaleza de la ciencia como conocimiento provisional y sujeto a cambios, un conocimiento que puede ser modificado según las nuevas interpretaciones de las evidencias o al hallazgo de nuevas evidencias.

Testimonios de sus alumnos

Los testimonios realizados por exalumnos del Institut-Escola (Doménech, 2009), denotan el respeto, admiración y agradecimiento hacia Emilia Fustagueras y Ángeles Ferrer: “Eran profesores muy bien preparados, que sabían muy bien cómo tratar a los alumnos en plena adolescencia.... De entre todos destacaría a Angeleta Ferrer.” (Maria Vinyeta i Dagas). “La Srta. Ferrer se explicaba de una manera tan clara que por fuerza te hacía querer aquella asignatura...” (Merce Tor Ribas). “...la enseñanza activa era la que impregnaba todas las actividades: los experimentos en ciencias naturales con Angeleta Ferrer, las visitas al acuario, la clasificación de plantas con la señorita Fustagueras, en el laboratorio de física y química...” (Josefina Miralles i Guas). “Recuerdo las clases de botánica bajo los árboles del Parque, las visitas y dibujos del zoo, las clases de biología con la Srta. Ferrer (con microscopios en clase, flores y plantas), el experimento del "aire líquido...” (Concepción Rubiés Trias). “En las clases de Ciencias Naturales con la Srta. Ferrer, yo siempre iba al Parque con un bloc y mi lápiz, para apuntar y dibujar lo que más me interesaba. Eso también lo hacía en las excursiones. Un día fuimos al puerto, subimos en una barca y cogimos plancton para verlo en el microscopio, para después dibujarlo y trabajarlo en las libretas. Hacían una enseñanza muy intuitiva (M^a Jesús Peñalver Laserna).

Las alumnas de Ángela García de la Puerta la calificaban como una «maravillosa profesora» (Fernández y otras, 2011: 316).

Una alumna de la profesora Arnal, Rosa María Pardo Posada, comentaba que tenía un don especial para que “pareciesen fáciles y comprensibles los difíciles conceptos de la Física y la Química, y a todas las explicaciones las impregnaba de un sentido del humor suave, que hacía que sus clases fuesen no sólo altamente instructivas sino también amenas” (Araque, 2008: 47).

CONCLUSIONES

El alumnado del Master en Formación del Profesorado de Secundaria, inmersos en el presentismo que nos invade, debe conocer que la profesión docente es el resultado de procesos sociales e históricos. Que un profesor, aunque no lo sepa, tiene detrás toda una historia de la docencia en la especialidad a la que aspira acceder. Conocer el proceso de profesionalización de las primeras catedráticas de ciencias experimentales en España suministra una información relevante sobre la historia de la educación científica en nuestro país y sobre la enseñanza de las ciencias en Secundaria, en la que destaca el tesón de las primeras mujeres que accedieron a las cátedras de los institutos, su compromiso e interés por mejorar su formación y su implicación profesional por mejorar su práctica docente.

BIBLIOGRAFÍA

- Araque, N. (2008). Jenara Vicenta Arnal Yarza: una científica y catedrática pionera en España. *Faísca*, 13 (15), 27–49.
- Araque, N. & Villa, N. (2011). La labor de las primeras directoras de los Institutos de Enseñanza Media de Madrid: “Beatriz Galindo“ y “Emperatriz María de Austria”. *Participación Educativa*, número extraordinario, 225-239.
- Ballarín, P. (2010) Cien años sin permiso: las mujeres en la universidad española. *Arenal*, 17,1, 223-254.

- Baratas, L.A. & Fernández, J. (1992). La enseñanza universitaria de las ciencias naturales durante la Restauración y su reforma en los primeros años del siglo XX. *Llull*, 15, 7-34.
- Bernal, J. M. & López, J. D. (2007). La Junta de Ampliación de Estudios (JAE) y la enseñanza de la ciencia para todos en España. *Revista de Educación*. N° extraordinario, 215-239.
- Delgado Martínez, M^a Á. (2009). *Científicas y Educadoras*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Domènech, S. (2009). *Els alumnes de la Generalitat*. Barcelona: Abadia de Montserrat.
- Fernández, P. & al. (2011). Pioneras en la educación secundaria en Aragón. En Vicente, G. (Coord.) *Historia de la enseñanza media en Aragón* (pp. 249-346). Zaragoza: Institución Fernando el católico. Diputación de Zaragoza.
- Flecha, C. (1996). *Las primeras universitarias en España*. Madrid: Narcea.
- García Jiménez, M^a T. (1996). Ángeles Ferrer Sensat (1904-1992). Una vida dedicada a la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (Actas), 91, 51-57.
- López, J. D. (1996). Los catedráticos de Física y Química de Instituto y la renovación pedagógica en España durante el primer tercio del siglo XX". En *El currículum: historia de una mediación social y cultural*. IX Coloquio de Historia de la Educación, (pp. 461-471). Granada: ediciones Osuna.
- (1999). La enseñanza de la Física y Química en la educación secundaria durante el primer tercio del siglo XX en España. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.
- (2001). La valoración de las condiciones pedagógico-didácticas en los procedimientos de acceso al profesorado de Enseñanza Secundaria (1857-1934). En *La acreditación de saberes y competencias. Perspectiva histórica*. XI Coloquio de Historia de la Educación (pp. 425-433). Oviedo: Universidad de Oviedo-SEDHE.
- (2010). La Junta para Ampliación de Estudios y la preparación científica del profesorado de instituto de ciencias experimentales en España (1907-1936). En Sánchez Ron, J. M. (ed.) *100 años de la JAE. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario* (pp. 643-669). Madrid: Residencia de Estudiantes.
- López, J. D. & Delgado, M^a Á. (2004). De analfabetas científicas a catedráticas de Física y Química de Instituto en España: el esfuerzo de un grupo de mujeres para alcanzar un reconocimiento profesional y científico. *Revista de Educación*, 333, 255-268.
- (2007). La labor de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en la formación del profesorado de instituto de ciencias experimentales: los Aspirantes al Magisterio secundario. En Sánchez, F. & al. (Coords.). *Relaciones internacionales en la historia de la educación. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907-2007)*, (pp.107-119). Cáceres: SEDHE.
- Magallón, C. (1998). *Pioneras españolas en las ciencias. Las mujeres del Instituto Nacional de Física y Química*. Madrid: CSIC.
- (2010). Las mujeres que abrieron los espacios de las ciencias experimentales para las mujeres en la España del primer tercio del siglo XX. *Arenal*, 17, 319-347.
- Ochoa, S. (1978). Los laboratorios de la Residencia. *Poesía*, 18-19, 63.
- Santemas, M^a J. & Romero, A. (2008). *Cien años de política científica en España*. Madrid: Fundación BBVA.
- Velasco, R. (1977). *El mundo atómico de Miguel Catalán*. Madrid: S.E.D.O.

¿Constituye el tema del agua una controversia socio-científica en la prensa almeriense?

Díaz-Moreno, Naira¹ y Jiménez-Liso, M^a Rut²

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería. ¹naira.diaz@gmail.com y ²mrjimene@ual.es

RESUMEN

En esta comunicación nos centraremos en detectar si el tema del agua constituye una controversia socio-científica al nivel de la provincia de Almería y, para ello, analizaremos la cobertura y el contenido de las noticias científicas relacionadas con el agua (escasez, contaminación, trasvase, plan hidrológico, etc.) en la prensa local. Los resultados muestran una escasez de noticias por lo que hemos ampliado la muestra al nivel nacional para localizar la mayor cobertura de la controversia surgida con el trasvase del Ebro y ver su impacto en la prensa local.

Estos resultados servirán de base para seleccionar noticias con las que trabajar esta controversia socio-científica como instrumento de alfabetización científica en el aula.

Palabras clave

Divulgación científica, alfabetización científica, controversia socio-científica, agua, prensa.

INTRODUCCIÓN

La comunicación que presentamos forma parte de un proyecto de investigación más amplio cuyo objetivo general es analizar la divulgación de las controversias socio-científicas y, en concreto, de aquellas relacionadas con el agua en la prensa almeriense así como estudiar el posible uso de éstas en el aula como instrumento de alfabetización científica utilizando para ellos los avances de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, siguiendo así las últimas propuestas educativas consiste en incorporar a las clases de ciencias problemas socio-científicos y hacer que estos sean el eje de la actividad educativa en las ciencias naturales (Sadler y Zeidler, 2009).

En esta comunicación nos centraremos en comprobar si el tema del agua constituye o no una controversia socio-científica en la prensa, al nivel local (Almería) y al nivel nacional. La finalidad será la de utilizar esta controversia para desarrollar la competencia científica y por tanto la alfabetización científica, en concreto, la argumentación y comprensión de textos científicos en las aulas de ciencia almerienses.

En el ámbito científico (tanto PISA 2006 como currículum español y de otros países) la competencia científica se define como la capacidad de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntar y obtener conclusiones a partir de evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los

cambios que en él se producen como consecuencia de la actividad humana, haciendo que esta comprensión guíe la toma de decisiones (Domenech y Márquez, 2010).

Por tanto, esta competencia científica implica el aprendizaje de conceptos científicos y sobre la ciencia, el aprendizaje de destrezas y habilidades sobre la búsqueda de información, y la manera de abordar y responder interrogantes sobre fenómenos de la naturales y por último, el desarrollo de un conjunto de valores y la toma de decisiones y la participación en temas relacionados con la salud, el medio ambiente y la tecnología (Caamaño y Corominas, 2011).

Por otro lado, entendemos como controversias socio-científicas aquellos problemas relacionados tanto con la ciencia como con la sociedad debido a la compleja relación que existe entre ambas. Normalmente la controversia aparece cuando existe diferencia de opiniones en estos asuntos en los que suelen intervenir periodistas, ciudadanos y científicos.

¿Por qué hemos seleccionado una controversia relacionada con el tema del agua centrándonos en la provincia de Almería?

La escasez de agua de calidad, sobre todo en la provincia de Almería, hace que esta temática sea relevante para su investigación desde el punto de vista educativo y divulgativo.

Almería está situada en el sureste peninsular, con una personalidad geográfica muy singular y cuyo rasgo más característico es la aridez. Las condiciones climáticas y geomorfológicas de Almería explican la escasez de recursos hídricos superficiales y aunque la naturaleza ha sido más generosa en recursos hídricos subterráneos, éstos están siendo explotados con una intensidad que tiende a alcanzar el techo de sus disponibilidades. El regadío de Almería ha permitido cambios que nadie hubiera previsto hace solo medio siglo y gracias al desarrollo de riegos de tecnología punta la agricultura de la zona se ha transformado, produciéndose en los últimos 30 años un gran desarrollo económico, propiciado, fundamentalmente por el de la agricultura intensiva de frutas y hortalizas cultivadas en invernaderos.

La necesidad de permanencia de este desarrollo es motivo de una inquietud social que se manifiesta en la preocupación por las limitaciones que impone la escasez de fuentes de agua tradicionales y en el interés por el uso racional de las aguas disponibles (López-Gálvez, 2006).

Además, según gráficos extraídos del ecobarómetro andaluz (2004 y 2010) donde se mostraba la percepción de las principales problemáticas ambientales que declaran los andaluces, la contaminación de playas, mares y ríos así como la escasez de agua son tres de los ocho problemas ambientales declarados por los andaluces. Esta percepción manifestada en el ecobarómetro andaluz, así como la importancia del agua en Almería para continuar con su desarrollo agrícola, podría hacernos pensar que el agua, su contaminación y tratamiento (depuración) es una controversia socio-científica en Andalucía y, por tanto, tendría una repercusión en la prensa local.

Además, en los últimos años, se ha iniciado un cambio en la política de aguas a partir de la DMA que promueve la calidad de las aguas y la depuración de aguas residuales y reclama una novedosa participación ciudadana, así como la derogación del PHN en el 2004.

Pero, ¿son suficientes estos hechos para que esta preocupación incipiente y esta participación activa de cierto grupo de población se reflejen en la prensa local? ¿La

prensa almeriense y la nacional se hacen eco de esta problemática concediéndole espacio y dándole el tratamiento de controversia socio-científica?

Existen diversos canales por los que la ciencia puede llegar a la ciudadanía, entre los que Blanco (2004) destaca, por un lado, la educación formal y, por otro, la divulgación científica. Ambas son necesarias hoy para acercar la ciencia y la tecnología a la ciudadanía, aunque la imagen de la ciencia en una sociedad se construye en gran parte a través de los medios de comunicación.

La divulgación científica y, en concreto la prensa escrita, juega un papel destacado para alfabetizar científicamente a la ciudadanía, objetivo prioritario de la educación científica, por ello, hemos investigado la presencia, importancia, contenido y tratamiento que se le concede a las noticias relacionadas con el agua en la prensa almeriense en el período 1992-2008 con el fin de comprobar si el tópico del agua constituye una controversia socio-científica en la prensa almeriense y si como tal nos servirá como instrumento para desarrollar la competencia científica.

La presencia de la ciencia en contextos no formales es cada vez mayor (De Pro, 2005) y adquiere más importancia. La prensa en concreto juega un papel fundamental a la hora de aportar información a la opinión pública sobre temas relacionados con ciencia y tecnología (Dimopoulos y Koulaidis, 2002) además de proporcionar un marco adecuado para hablar y conceptualizar sobre ciencia, por eso creemos de especial interés su estudio, conocer qué contenidos relacionados con la ciencia y la tecnología son los que nos encontramos en las noticias con el objetivo de poder utilizar estas noticias dentro del aula como instrumento para desarrollar la competencia científica con el alumnado de formación inicial.

Con esta idea vamos a intentar caracterizar la divulgación científica en Almería en relación a la presencia de noticias relacionadas con el agua puesto que la educación informal es una de las principales fuentes de conocimientos para el común de la población y ésta viene dada fundamentalmente a través de los medios de comunicación de masas, en concreto de la prensa escrita, pero hay que cuestionarse qué tipo de contenidos suelen presentar estos mecanismos, qué imagen de ciencia dan a conocer, cuánta información está llegando al público en general y también al alumnado (Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2010).

La finalidad del análisis que vamos a realizar es aplicar los resultados del mismo a futuras propuestas de aprendizaje para formar ciudadanos y ciudadanas que sean capaces de analizar críticamente los mensajes transmitidos a través de la prensa (Jiménez-Liso, Hernández-Villalobos y Lapetina, 2010), tratando de desarrollar instrumentos para evidenciar el desarrollo de la competencia científica a través del uso de las controversias socio-científicas en el aula de formación inicial de maestro.

ANTECEDENTES

Hemos realizado una revisión bibliográfica centrándonos en una de las principales revistas sobre divulgación científica y ambiental: *Public Understanding of Science* (<http://pus.sagepub.com/>). En esta revisión se consultaron todos los números de la revista hasta noviembre de 2010 con el objeto de buscar artículos relacionados con la divulgación científica en medios de comunicación. Consideramos en un primer momento seleccionar 16 artículos del total de artículos consultados ($N_{total}=80$). Esta muestra intencional respondía al interés de buscar los artículos que versaran sobre temas relacionados con la prensa, la divulgación científica, la creación de controversias socio-científicas, etc. (Díaz-Moreno y Jiménez-Liso, 2010).

El objetivo principal de esta revisión es conocer los antecedentes en el estudio de la divulgación científica a través de la prensa y también analizar la metodología desarrollada por otros autores que como veremos es bastante variada, para enmarcar la metodología que empleemos en nuestra investigación.

Queremos destacar como antecedente principal el trabajo de análisis de la ciencia en la prensa almeriense de Lapetina (2005), quien de la aplicación del protocolo de contenido (adaptado de Dimopoulos y Koulaidis, 2003), obtuvo como resultado que la naturaleza de la interacción entre científicos durante el proceso de producción de conocimiento es *mayoritariamente consensuada* para los dos diarios que analizó (la Voz de Almería y el diario Ideal-edición Almería): un 19% para La Voz y 45% para Ideal la controversia aparece explícitamente en las noticias. Por tanto, destaca el consenso generalizado en las noticias científicas al omitirse la controversia en la mayoría de los artículos científicos utilizados en el estudio.

Este hecho ya ha sido descrito en estudios previos, Einsiedel (1987, citado en Lapetina, 2005) encontró que en la prensa canadiense un 45% de las noticias científicas eran expuestas en un tono positivo.

Resultados similares obtuvieron Dimopoulos y Koulaidis (2002) al analizar el contenido de 1867 artículos de ciencia y tecnología en cuatro periódicos griegos en un período seleccionado debido a su riqueza en acontecimientos tecno-científicos que tenían una intensa cobertura en prensa internacional: reproducción de la oveja Dolly, Protocolo de Kyoto, enfermedad de las “vacas locas”, etc.

Los artículos seleccionados fueron sujetos a un análisis de cobertura y contenido en el que se incluía un ítem sobre los procedimientos internos sociológicos, en concreto, sobre el tipo de interacción social entre científicos durante el proceso de investigación (consenso, controversia). Tras la aplicación del protocolo obtienen que el 79,7% de los artículos no indica ningún tipo de interacción social entre los miembros de la comunidad científico-técnica. Del 20,3 % que sí que indican negociación el 16,4% corresponde a artículos científicos de naturaleza consensuada y el 3,9% de naturaleza polémica o controversia. Por tanto, en general, aunque la prensa griega no arroja muchos datos referentes a los mecanismos internos relacionados con la prensa y la tecnología, sí se pone de manifiesto la escasez de artículos controvertidos.

La presencia de controversias, tanto de manera general en las comunicaciones científicas mostrándose como *cartas al editor* (Pedrós y Martínez, 2000 y Pedrós, Martínez y Varo, 2007) como las relacionadas con la problemática ambiental (Vílchez, 2005 y Vílchez, 2009) es realmente escasa. A modo de conclusión podemos destacar que prevalece el consenso sobre la controversia en la prensa científica lo que dificultaría su inclusión en el aula de ciencias como motor para desarrollar la competencia científica.

METODOLOGÍA

Por su especial relevancia para nuestro análisis, es preciso detenernos en el artículo de Dimopoulos y Koulaidis (2003) puesto que la metodología utilizada en esta investigación ha sido fundamental en nuestro estudio puesto que determina una de las metodologías utilizadas. El procedimiento de muestreo elegido en este caso fue “*constructed week*” (Hansen et al. 1998 citado por Dimopoulos y Koulaidis, 2003).

Se tomaron cuatro “*constructed week*” para cada año examinado del periódico (1996-1998). Este procedimiento asegura que todos los días de la semana estén representados

en la muestra para así tener en cuenta todas las posibles variaciones diarias en ciencia y tecnología y excluir la posibilidad de que la muestra sea parcial.

La metodología utilizada por Dimopoulos y Koulaidis (2003) aborda desde las disciplinas tecno-científicas (dominios conceptuales, tópicos,...), los mecanismos internos de la ciencia y tecnología, tanto metodológicos como sociológicos, analiza las figuras contextuales (naturaleza y localización del tema principal tratado, horizonte temporal, etc.) y por último, área pública y actores que intervienen en la ciencia y tecnología (origen del tema, interacción de ciencia y tecnología con otras esferas de la actividad humana,...).

En este apartado incluimos además el análisis de **la presencia, la importancia, el contenido** y el **tratamiento** que se le concede a las noticias relacionadas con el agua en la prensa, utilizando una adaptación del protocolo de Dimopoulos y Koulaidis (2003) ya utilizado en estudios anteriores (Lapetina, 2005, Jiménez-Liso, Hernández-Villalobos y Lapetina, 2010) en el que se contemplan diversas variables.

Destacamos los siguientes ítems:

- Presencia e importancia: tamaño de la noticia, presencia en portada, ubicación frontal, etc.
- Contenido: tópico, tipo de evento, área de vida más influida, etc.
- Tratamiento: imagen de ciencia, corriente socio-científica, etc.

En segundo lugar, hemos realizado una ampliación de la muestra no sólo en cuanto a los diarios utilizados (El País, El Mundo y La Vanguardia) como en fechas con la finalidad de averiguar si realmente existía controversia con respecto al tema del agua.

La metodología utilizada es semicualitativa: por un lado, aunque podríamos tomar como hipótesis de partida si el tratamiento de las noticias sobre aguas se pueden considerar o no como una controversia socio-científica, hemos pensado plantearla con una metodología exploratoria de carácter descriptiva, de ahí que la estadística que utilizemos sea exclusivamente descriptiva.

La muestra de prensa ha sido intencional, en primer lugar, hemos reducido la búsqueda de noticias científicas sobre aguas a la prensa escrita almeriense, en concreto a los diarios La Voz de Almería y el diario Ideal (edición Almería) porque la pregunta de investigación así lo condicionaba. En segundo lugar, hemos ampliado la búsqueda analizando los diarios El País, El Mundo y La Vanguardia.

El objetivo es comprobar si el tópico del agua es una controversia socio-científica y si se presenta como tal en la prensa almeriense y en la nacional y en segunda instancia plantearnos si las controversias en el aula nos ayudarían a desarrollar la competencia científica y si este desarrollo de la competencia científica se manifestaría en una mejora de la argumentación y de la comprensión científica, como destrezas científicas, ante una controversia socio-científica planteada: el trasvase del Ebro y las posibles soluciones al problema del déficit hídrico en Almería, para ello realizamos actividades de utilización de esquema argumentativo siguiendo el modelo de Toulmin y de comprensión de dos noticias científicas relacionadas con el tema del agua con el objetivo de analizar su comprensión.

En un primer acercamiento para caracterizar estas noticias utilizaremos dos protocolos el primero nos servirá para determinar la presencia, la importancia y el contenido, midiendo distintos ítems (extensión del artículo, referencia en portada, tipo de evento al que se refiere...). Con el segundo podremos analizar el tratamiento que reciben las

noticias en la prensa, analizaremos los tópicos que aparecen en las noticias seleccionadas y si éstos se relacionan directamente con el tema del agua.

Además analizaremos si las noticias se muestran consensuadas o por el contrario forman una controversia socio-científica. Ambos son una adaptación de los protocolos utilizados por Lapetina (2005) en su investigación.

Elección de la muestra:

Todas las noticias que hemos seleccionado están relacionadas de alguna manera con el tema del agua.

En primer lugar, para estudiar la presencia, la importancia, el contenido y el tratamiento de la prensa almeriense en noticias relacionadas con el agua hemos seleccionado dos de los principales diarios de la provincia: La Voz de Almería e Ideal – edición Almería.

Estos diarios ya fueron seleccionados en estudios anteriores (Lapetina, 2005) por su alcance provincial, por su amplia cobertura de lectores y por su publicación diaria.

La muestra intencional ha consistido en tomar la última semana completa de los meses de febrero y junio de 2008 y la última semana completa del mes de octubre cada cuatro años entre los años 1992-2008 del periódico Ideal (edición Almería) y de La Voz de Almería (Ntotal=41 noticias relacionadas con el tema del agua).

En los resultados mostraremos que el tema del agua no obtiene una presencia relevante en las semanas analizadas en la prensa almeriense a pesar de la inicial hipótesis de importancia que tendría en la provincia. Por ello decidimos localizar la mayor cobertura de la controversia surgida con el trasvase del Ebro y la derogación del Plan Hidrológico Nacional y ver su impacto en la prensa local. Para localizar la mayor cobertura usaremos la metodología de "noticia-testigo" (Fernández-Muerza, 2004) en la prensa en tres diarios de tirada nacional (El País, La Vanguardia, El Mundo) con la intención de constatar la presencia de esta controversia en los mismos y poder seleccionar las semanas de la prensa local a analizar.

AVANCES DE RESULTADOS

Presentamos un avance de los resultados.

Dimopoulos y Koulaidis (2003) ya constataron que la presencia de la ciencia y tecnología en la prensa no es abundante pero sí que aparece de manera constante tanto en la prensa griega como en otros estudios internacionales. Con el fin de comprobar si este resultado es parecido con las noticias relacionadas con el tema del agua al nivel almeriense nos hemos realizado una serie de cuestiones, de las que destacamos tres.

- a. *¿Cuál es la presencia de noticias sobre aguas? ¿Crece, decrece o se mantiene a lo largo de los años analizados?*
- b. *¿Cómo es de importante la materia presentada? ¿Se produce un aumento de la importancia de estas noticias y en caso afirmativo, a qué es debido?*
- c. *¿Cuáles son los tópicos más frecuentes en las noticias sobre aguas? ¿Qué corrientes socio-científicas están asociadas a estas noticias?*

Como resultados del análisis del agua como controversia en la prensa almeriense hemos obtenido:

- Una sorprendentemente escasa presencia para un tópico que, inicialmente, parecería crucial para la agricultura y sociedad almerienses a pesar del déficit hídrico existente en la provincia, de la derogación del Plan Hidrológico Nacional

(2004) incluyendo en el Trasvase del Ebro y de la implantación de la DMA. La presencia de noticias es escasa y decreciente. La cantidad de noticias encontradas no se corresponde con la presencia que cabría esperar de un tópico como el que tratamos que no recibe el tratamiento de controversia socio-científica en la prensa local en lo que a presencia se refiere.

- Las escasas noticias controvertidas que ocupan portadas y titulares, o en general una ubicación preferencial en el periódico, lo hacen durante un período muy breve de tiempo.
- Para analizar el contenido de las noticias relacionadas con el agua en la prensa hemos utilizado los ítems “Tipo de evento” y “Área de la vida más influida”, y hemos obtenido que las noticias relacionadas con la contaminación y el tratamiento de aguas que hemos encontrado en nuestra muestra suelen aparecer en un contexto político-económico y suelen estar relacionadas con el campo.
- 56,1% de las noticias podrían plantearse como controversias socio-científicas, puesto que presentan corrientes socio-científicas o controversias no explícitas (consenso).
- “El “déficit hídrico” se sitúa como uno de los puntos clave en el problema del agua en la provincia de Almería o al menos así se refleja en la prensa dado su presencia tanto como tópico presente en las noticias, uno de los más frecuentes, o como corriente socio-científica que aparece de forma mayoritaria.

A MODO DE CONCLUSIONES

Aunque a priori, y debido a la supuesta concienciación de la población almeriense y a normativas que la favorecían como hemos comentado antes, la presencia de artículos debería ser alta, y con una ubicación preferente que nos sugiera una idea de la importancia. La realidad que hemos encontrado es que,

- Hemos comprobado que existe una prevalencia de consenso científico en las noticias científicas en la prensa y por tanto, vamos a tener dificultad para encontrar noticias con controversias socio-científicas para trabajar en el aula.
- la presencia en prensa de artículos relacionados con el agua es más bien escasa y la mayoría de ellos son de eventos políticos a pesar de que el déficit hídrico constituye un tema de especial importancia en la provincia.
- A la vista de los resultados obtenidos podemos afirmar que nuestro tópico, no constituye una controversia socio-científica en la prensa almeriense. La prensa local no le concede ni el espacio necesario ni el tratamiento de controversia socio-científica al tema del agua, al menos no en nuestra muestra.
- Esto nos ha llevado a realizar una ampliación de la muestra al nivel nacional para constatar estos resultados para ver si en ese período analizado realmente había controversia socio-científica por el PHN, DMA o la sequía (y en nuestro caso no aparece porque el tema no interesa a nivel de prensa local).

Para su posible utilización en el aula de este tópico será necesario generar la controversia y, para ello, tendremos que producir noticias que planteen la problemática y diferentes puntos de vista.

BIBLIOGRAFÍA

Blanco, A. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Eureka*, 1(2), 70-86.

Caamaño, A. y Corominas, J. (2011). La competencia científica en el aula de ciencias en Jornadas sobre las competencias básicas. VII Escuela de verano. Almagro.

Díaz-Moreno, N. y Jiménez-Liso, M.R. (2010). Divulgación y educación científicas: antecedentes y muestra piloto de un estudio de caso: la depuración de aguas en XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales del 21 al 23 de Julio de 2010 en Baeza (Jaén).

Dimopoulos, K. y Koulaidis, V. (2002). The socio-epistemic constitution of science and technology in the Greek press: an analysis of its presentation. *Public Understanding of Science*, 11, 225-241.

Dimopoulos, K. y Koulaidis, V. (2003). Science and Technology. Education and Citizenship: The potential role of the press. *Science Education*, 87, 241-256.

Domenech, A. M. y Márquez, C. (2010). ¿Qué tipo de argumentos utilizan los alumnos cuándo toman decisiones antes un problema sociocientífico en XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales del 21 al 23 de Julio de 2010 en Baeza (Jaén).

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 20/03/12 de <http://e-ciencia.com/afm/tesis-alex.pdf>

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. *Eureka*, 7(1), 107-126.

Lapetina, J. (2005). *La divulgación científica a través de la prensa escrita de Almería (1992-2004)*. Memoria no publicada para la obtención del DEA. Universidad de Granada.

López-Gálvez, J. (2006). Introducción. En Instituto de Estudios Almerienses (Ed.), *Depuración y Uso de aguas residuales. Jornadas. 7-9*. Almería: Instituto de Estudios Almerienses.

Pedrós, G. y Martínez, M. P. (2000). La ausencia de debate en las publicaciones periódicas de divulgación científica españolas. *Comunicar la Ciencia en el siglo XXI*, 2, 670-673. Granada: Parque de las Ciencias.

Pedrós, G., Martínez, M. P. y Varo, M. (2007). La sección cartas al editor. Un planteamiento científico y social en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 195-204.

Pro, A. de (2005). Presentación de la monografía: la enseñanza no formal de las ciencias. *Alambique*, 43, 5-8.

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.

Vílchez, J.E. (2009). La problemática ambiental en los medios. Propuesta de un protocolo de análisis para su uso como recurso didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), 421-432.

Evaluación de una metodología participativa para el tratamiento de los alimentos transgénicos en cursos de posgrado sobre Ciencia–Tecnología–Sociedad

Enrique, C., Cabo, J.M., Morales, M.

Departamento Química Inorgánica Universidad de Granada cenrique@ugr.es

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales Universidad de Granada

Cátedra CTS+i Universidad de Cienfuegos (Cuba)

RESUMEN

Se presenta el proceso seguido para la optimización de la metodología utilizada en el tratamiento de controversias socio-tecnológicas en el contexto de cursos de posgrado, específicamente sobre alimentos transgénicos, así como los resultados obtenidos tras su aplicación y evaluación en una experiencia concreta.

Palabras clave

Perspectiva Ciencia Tecnología Sociedad, controversias en el aula, alimentos transgénicos, cursos de posgrado.

INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizada tradicionalmente en la educación CTS desde la década de los 80 es el tratamiento en el aula de estudios de casos y debates sobre controversias socio-tecnológicas (Rosenthal, 1989; Membiela, 2002; Aibar, 2002). Para ello, se utiliza generalmente algún tipo de metodología basada en la resolución de problemas, o en procesos de descubrimiento guiado, que incluye fases de búsqueda y análisis de información, discusiones en pequeño grupo, debates en gran grupo, y finalmente, procesos de toma de decisiones, orientados generalmente al entrenamiento de los ciudadanos para la participación social desde posturas informadas (Martín-Gordillo y Osorio, 2003).

El conjunto de acciones encadenadas que las metodologías anteriores precisan, representa un problema serio cuando nos enfrentamos a procesos concentrados en el tiempo, con grupos de participantes que tienen una formación inicial diversa, de los que no conocemos sus intereses y motivaciones, ni los contextos de su desarrollo profesional (económico, social, tecno-científico, cultural), es decir, cuando se trata de cursos de posgrado, ya sean cursos de doctorado o módulos de master en los que se incluyen contenidos CTS.

Nos interesa contextualizar este trabajo en el caso de los alimentos transgénicos y su tratamiento en diversos cursos de doctorado y del Master en Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología realizados en las universidades cubanas de Ciego de Ávila, Cienfuegos y La Habana (Cuba), si bien también hemos trabajado con muestras de

profesorado universitario español, pertenecientes a la universidad de Granada, en los Campus de Cartuja y de Melilla.

En el caso cubano, el debate público sobre transgénicos resurgió con fuerza a finales del mes de mayo del 2010. Participaron en él, al menos, Carlos Borroto, Jefe del programa cubano de Biotecnología agropecuaria, diversos periodistas, Carlos Delgado, profesor de filosofía de la Universidad de La Habana y la ecologista canadiense Mélanie Bélanger, a través de los medios de comunicación *Juventud Rebelde* y *Rebelión*, incluyendo la aparición en la Feria del libro de La Habana (2010) del libro *Transgénicos, ¿Qué se gana? ¿Qué se pierde?* de Eduardo Freire y Funes. El debate, si bien fue generalista, venía a propósito del desarrollo cubano del maíz transgénico FR-Bt1 y de las primeras pruebas de campo.

Lo que interesa, especialmente en estos casos controvertidos, no es comprobar que los participantes han asumido nuestro punto de vista en la controversia, sino enriquecer la información con la que se cuenta y mejorar la calidad y cantidad de las argumentaciones, pues un “veredicto” sobre transgénicos implica problemas sociales como el hambre en el mundo, temas económicos, de mercado y de multinacionales, los efectos sobre la salud de los consumidores, problemas ambientales, actitudes hacia la Biotecnología, percepción de riesgos, control social de la Biotecnología, etc.

Es precisamente este sumatorio de dimensiones presentes en el caso y la imposibilidad de conocer y dominar todos los datos “objetivos” sobre ellos por una sola persona, lo que nos lleva a pensar que más que un aporte de información, entendido desde los modelos de comunicación social de Ciencia y Tecnología como unidireccional o bidireccional, de lo que se trata es de un diálogo multilateral de saberes de distinto tipo.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

La presente comunicación pretende describir los resultados obtenidos en la aplicación y evaluación de la metodología utilizada en el aula a partir del caso de los alimentos transgénicos, en un curso de posgrado del Master sobre Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología, desarrollado en junio del 2011 en la universidad de Cienfuegos (Cuba).

La metodología se enmarca en un curso de 3 créditos impartido en una semana de duración, en la que participaron 30 personas, tanto profesionales como profesorado de diversas universidades cubanas.

El objetivo del trabajo es, pues, describir la metodología utilizada en el tratamiento de casos controvertidos, desde una perspectiva CTS, en contextos interculturales de cursos intensivos de posgrado, desde la óptica de una investigación-acción.

Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de esta investigación comienzan con los estudios diagnósticos realizados previamente sobre la percepción social hacia los alimentos transgénicos, en los que comprobamos, en muestras incidentales cubanas, españolas y de otros países europeos, la influencia cultural en la percepción de este caso específico de controversia socio-tecnológica (Enrique, Cabo y Rodríguez, 2006; Enrique, Cabo, Olmos y Tardido, 2007; Enrique, Cabo, Delicado y Clemente, 2008).

A partir de ahí, realizamos una primera experiencia en la que tratamos en un curso de posgrado de la Universidad de Cienfuegos (Cuba), el caso de los alimentos transgénicos, obteniendo resultados contradictorios con la finalidad perseguida, que en el caso de la educación CTS, es la alfabetización científica y tecnológica.

En esta experiencia previa, utilizamos la metodología que se describe a continuación:

1. Se expuso, en un texto corto que fue presentado verbalmente al grupo, la existencia de controversias sobre la producción y consumo de alimentos transgénicos (15 minutos).
2. Se aportaron dos artículos que representaban dos posturas enfrentadas con distintas argumentaciones sobre los alimentos transgénicos, García-Olmedo (2002) y Halweil (2002), y se dio tiempo para su lectura en el aula (30 minutos).
3. Se pasó un cuestionario (15 minutos).
4. Se realizó un debate en gran grupo (60 minutos).

Para la elaboración del cuestionario, se analizaron diversas fuentes bibliográficas (desde artículos periodísticos hasta actas de congresos), de agentes sociales diferentes (ecologistas, empresarios agrícolas, administración pública y consumidores) en donde se identificaron diversas posiciones o posturas, que se utilizaron en la redacción de las opciones de respuesta del instrumento, de forma que cada opción de respuesta que se podía elegir representaba puntos de vista distintos y reales sobre la controversia utilizados por los agentes sociales implicados.

En el cuestionario, tipo Likert, se pedía señalar la opción que mejor representaba el punto de vista de los participantes, pero también se pedía que se argumentara el motivo de la elección en el anverso de la hoja, que era además el límite para presentar la justificación de la respuesta.

Se pedía a los participantes en el curso que eligieran una de las siete opciones que se presentaban y que la justificaran en el anverso de la hoja del cuestionario.

Lo que consideramos contradictorio, es el hecho de que más del 90 % de las respuestas no utilizaron ningún argumento aportado por la lectura previa de artículos a favor y en contra de los transgénicos. Es decir, justificaron su elección en función de creencias personales, profesionales, ideológico-políticas, etc., pero no lo hicieron con información aportada por el material leído minutos antes, teniendo en cuenta que los sesgos de proximidad temporal, como reglas de inferencia, jugaban en nuestro favor.

Además, algunas de las argumentaciones no aportaban nada sobre el por qué se había elegido la opción marcada en el cuestionario. Los argumentos utilizados para justificar la elección personal, en su inmensa mayoría, consistieron en redundancias y reiteraciones del enunciado del ítem elegido, no solo en el caso de muestras cubanas, también en el caso de muestras españolas de profesorado de la Universidad de Granada en los Campus de Cartuja y de Melilla.

En respuesta a este problema, elaboramos, en primer lugar, un marco teórico transdisciplinar sobre el tratamiento de asuntos controvertidos socio-tecnológicos en el aula desde el punto de vista del debate sobre el grado de consenso necesario, o no, para el tratamiento de la naturaleza de la Ciencia, a la que los asuntos socio-tecnológicos contribuyen, desde la perspectiva CTS, y se realizó una propuesta de metodología docente para el tratamiento didáctico de las controversias (Enrique, Cabo, Morales y Agüero, 2011; Cabo, Enrique y Núñez, 2011).

Posteriormente, y tras la aplicación y evaluación de la propuesta metodológica, se comunicó en un primer avance los resultados obtenidos (Cabo, Enrique y Morales, 2011).

En el presente trabajo se describen los resultados obtenidos tanto en el pretest y postest,

realizados en la misma semana (junio 2011), como en el retest, realizado cuatro meses después, así como los cambios introducidos en el instrumento de evaluación.

Soluciones y recomendaciones

El instrumento de evaluación pretendía, al igual que la mayor parte de las encuestas sobre percepción social como Eurobarómetros (por ejemplo el Eurobarometer 58.0 “Europeans and Biotechnology in 2002, disponible en http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_177_en.pdf) y estudios nacionales sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología de la FECYT (por ejemplo Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2010 disponible en http://icono.fecyt.es/informesypublicaciones/Documents/Publicacion_PSC2010.pdf), obtener datos sobre actitudes y opiniones, pero no recogía información sobre el por qué los participantes en las encuestas tienen esas opiniones o actitudes. En nuestro caso, nos interesan más los argumentos en los que basan sus opiniones que el conocimiento estadístico de las mismas. Ello nos llevó a introducir ciertas modificaciones en el instrumento de evaluación., que a continuación exponemos.

El análisis de las argumentaciones dadas nos mostró, en primer lugar, que la elección de una postura única no representaba a todos los participantes, algunos discutían sus dudas entre varias opciones en lugar de justificar la elegida.

En este sentido nuestra experiencia coincide con Manassero, Vázquez y Acevedo (2001) con el COCTS, que encontraron ventajas en el formato de respuesta múltiple y no única. Es decir, que se valoran todas las opciones, pues lo contrario hace perder información valiosa para comprender el planteamiento del que responde. Además, en nuestro caso, concluimos que las opciones identificadas en la consulta bibliográfica para la construcción del instrumento de evaluación no representaba todas las opciones posibles, pues en algún caso minoritario incluso se justificaron posiciones intermedias o mixtas.

Además, las opciones de respuesta se modificaron, eliminando dos de ellas, según las aportaciones que realizaron los participantes, encaminadas a clarificarlas, ya que muchas expresiones españolas cambian de sentido en Cuba (pueden verse las opciones de respuesta del instrumento de evaluación en la Tabla 1).

Con respecto a la metodología desarrollada en la experiencia, el proceso seguido fue el siguiente:

En una primera sesión, y aproximadamente durante 1 h-1.30 h:

1. Se presentó verbalmente la existencia de controversias sobre la producción y consumo de alimentos transgénicos en el ámbito internacional y en el ámbito cubano. En primer lugar se delimitó la producción de alimentos transgénicos de otros productos biotecnológicos transgénicos y no transgénicos, se informó sobre la problemática derivada de la producción de variedades de maíz transgénicos en México, y de la producción de soja transgénica en Argentina. Finalmente se preguntó sobre la existencia de un debate cubano, que resultó no ser conocido en ese momento.
2. Se pasó el cuestionario para poner encima de la mesa las ideas iniciales. Se trata de un cuestionario tipo Likert con 5 ítems en donde se debían valorar todos ellos en una escala clásica de 1 a 5 (en la Tabla 1 se pueden ver los enunciados de los ítems) y en donde se pedía igualmente que se justificaran las elecciones a cada ítem.

En un segundo día, y aproximadamente durante 1.30 h-2 h.

3. Se presentó un dossier (ver Anexo I) sobre transgénicos en Cuba utilizando la mayor diversidad posible de fuentes cubanas, y se aportó una síntesis del mismo para su lectura.
4. Se leyó la información aportada, en la que se identificaban los agentes sociales implicados, y los aspectos más relevantes desde el punto de vista de las relaciones CTS.
5. Se discutió en pequeño y gran grupo lo leído.
6. Se encargó a los cuatro grupos de discusión formados una pequeña investigación consistente en evaluar, mediante entrevistas, la percepción social sobre cultivos transgénicos de otras personas, dejando un día para la realización del trabajo.

En un cuarto día y aproximadamente durante 2 h.:

7. Los grupos expusieron sus resultados.
8. Se realizó un debate final de gran grupo.
9. Se volvió a pasar el cuestionario inicial.

Cuatro meses después se replicó el cuestionario a los participantes en el Master.

Los resultados obtenidos en los tres pases del cuestionario quedan recogidos en las Tablas 1 y 2.

Items (Escala Likert 1-5, donde 1 es Muy en Desacuerdo y 5 Muy de acuerdo)	Media pretest	Media postest	Media retest
1. Estoy de acuerdo con los ecologistas cuando reclaman el principio de prudencia ante avances biotecnológicos	4.44	4.87	4.88
2. La Humanidad, está alterando a los seres vivos mediante selección artificial en la agricultura y ganadería, así que no existe inconveniente en seguir alterando las especies para el provecho de la Humanidad	2.72	2.27	2.44
3. La Biotecnología para lo único que sirve es para enriquecer a las empresas privadas. Creo que los gobiernos deberían crear leyes para conseguir que los avances científicos contribuyan a la mejora de la calidad de vida de todas las personas y no solo de las que tienen dinero para consumir.	3.78	3.74	4
4. Creo que los científicos juegan a ser Dios cuando modifican a los seres vivos para su provecho. La obra de Dios debe ser respetada.	2.81	2.43	2.05
5. En realidad no tengo claro si la biotecnología es buena o mala. Tengo dudas sobre la cuestión ante las	2.82	2.83	3.05

razones a favor y en contra.			
------------------------------	--	--	--

Tabla 1. Respuestas al cuestionario sobre alimentos transgénicos (pre-test, post-test y re-test)

Información utilizada como argumentos	Postest % N= 30	Retest % N=18
Implicaciones éticas, responsabilidad	43.3	22.2
Enriquecimiento de empresas vs políticas públicas sociales	33.3	33.3
Principio de prudencia	23.3	44.4
Control social-diálogo público	23.3	11.0
Biodiversidad (contaminación génica)	16.6	5.5
Valoración de riesgos	13.3	16.5
Salud de los consumidores	13.3	5.5
Problema no de la Biotecnología sino de las personas/científicos	13.3	11.0
Dios	3.3	27.7
Participación ciudadana	0	11.0

Tabla 2. Información utilizada para justificar las elecciones de respuesta descritas en la Tabla 1

Las actividades realizadas no han modificado radicalmente las opiniones y creencias de los participantes. Pero ese no era el objetivo de la intervención. Sin embargo, las argumentaciones con las que justificaban sus posiciones se enriquecieron a partir de las informaciones aportadas y las actividades realizadas, lo cual si era un objetivo perseguido. Por ejemplo, mientras que inicialmente las justificaciones trataban sobre el principio de prudencia, y en especial, sobre las consecuencias para los consumidores, y en los aspectos éticos, en el postest aparecieron justificaciones no incluidas en el pretest, fruto, pensamos, del desarrollo del módulo, en concreto, se valoraron aspectos económicos, de contaminación génica, sobre el control social de las tecnologías...

Existe un alto grado de consenso sobre el principio de prudencia. No obstante, este se utiliza como argumento ambivalente, tanto para apoyar como rechazar los transgénicos. Existe un ligero desacuerdo hacia la idea de que la Humanidad, al haber alterado mediante selección artificial a las especies animales y vegetales que sirven de alimento humano, es aceptable seguir haciéndolo mediante transgénesis.

Los aspectos económicos no son un argumento en contra de los transgénicos en el contexto cubano, pues se está de acuerdo en que es posible establecer políticas públicas que orienten la producción para satisfacer necesidades humanas y no el enriquecimiento de empresas. Este dato nos refuerza la necesidad de contextualizar el tratamiento de las controversias, porque modifican, si no globalmente, sí algunas dimensiones presentes en la controversia, como es el caso de las consecuencias económicas. Las creencias religiosas no parecen afectar a la controversia si bien se reconocen los aspectos éticos en toda innovación tecnológica.

No obstante, es necesario señalar que las cuestiones que más base científica y

tecnológica tenían, en donde se pueden aportar evidencias científicas esclarecedoras, sobre los efectos en la salud de los consumidores, o como en el caso de que exista o no contaminación genética, presentan frecuencias más bajas que las consideraciones sociales, éticas o económicas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos establecer las siguientes conclusiones:

- En relación a los contenidos CTS, podemos afirmar que el trabajo en equipo, las discusiones grupales y los trabajos prácticos consistentes en pequeñas investigaciones, han permitido aflorar una serie de contenidos CTS alrededor de la controversia presentada mucho más variada que la que se deduce del propio instrumento de evaluación y del dossier informativo.
- Si se comparan estos resultados con los obtenidos mediante lectura de textos y discusión grupal, podemos concluir que se ha mejorado el objetivo formativo de alfabetización socio-tecnológica. Los participantes justificaron con una mayor diversidad de argumentos sus opiniones, que se mantienen en el tiempo meses después.
- El tratamiento de los alimentos transgénicos como asunto controvertido permite tratar en contexto cuestiones CTS tan importantes como el principio de prudencia, la implicación de cuestiones éticas, el diálogo CTS, el control social de la Ciencia y la Tecnología y la evaluación de riesgos tecnológicos. Por lo tanto, en casos en los que la intervención didáctica incluya esos contenidos para su tratamiento teórico, resulta adecuado seleccionar esta controversia.
- Desde un punto de vista práctico, en el contexto de cursos de posgrado concentrados en el tiempo, y debido a las conclusiones anteriores, creemos que merece la pena ampliar el tiempo destinado al tratamiento de esta controversia, pues permite integrar objetivos formativos de tipo conceptual, cuestiones metodológicas y procedimentales, y finalmente, incluir los valores, tanto constitutivos como contextuales, que nos permiten evitar transmitir una imagen de neutralidad de la Ciencia y la Tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

Aibar, E. (2002). El conocimiento científico en las controversias públicas. En E. Aibar y M.A. Quintanilla (Ed.), *Cultura tecnológica. Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, (pp.105-125). Barcelona: ICE/Horsori.

Cabo, J.M.; Enrique, C. & Núñez, J. (2011, Mayo). *La naturaleza controvertida de la ciencia como objetivo y práctica educativa*. Comunicación presentada en el Primer Encuentro de la Red de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología del Estado Español (eSCTS), Madrid.

Cabo, J.M.; Enrique, C. & Morales, M. (2012). La comprensión pública de la biotecnología. El caso de los alimentos transgénicos en cursos de posgrado. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 20 (7), 156-170.

Enrique, C., Cabo, J.M. & Rodriguez, C. (2006, Julio). *Estudio diagnóstico sobre la influencia cultural en la toma de decisiones en controversias científico-tecnológicas. El caso de los alimentos transgénicos*. Comunicación presentada en el IV Seminario de Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Educación Científica, Málaga.

- Enrique, C.; Cabo, J.M., Olmos, M.C. & Tardido, C. (2007). Opiniones e intenciones de estudiantes universitarios europeos sobre participación social en asuntos tecnocientíficos controvertidos. En E. Pérez (Ed.), *IV Congreso Comunicación Social de la Ciencia "Cultura Científica y Cultura Democrática"* (pp. 1-9). Madrid: FECYT.
- Enrique, C.; Cabo, J.M., Delicado, M. & Clemente, M. (2008, Junio). *Creencias sobre alimentos transgénicos en estudiantes universitarios austriacos y españoles*. Comunicación presentada en 10th International Conference on Public Communication Science and Technology (PCST-10), Malmö, Lund and Copenhagen.
- Enrique, C.; Cabo, J.M.; Morales, M. & Agüero, F.C. (2011, Mayo). *Diálogo de saberes en el contexto de la educación ciencia-tecnología-sociedad*. Comunicación presentada en el Primer Encuentro de la Red de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología del Estado Español (eSCTS), Madrid.
- García-Olmedo, F. (2002). Nada es natural. *Mundo Científico* 235, 88-91.
- Halweil, B. (2002). Una agricultura en interés de todos. En C. Flavin, H. F. French & G. Gardner (Ed.), *La situación del mundo 2002. Informe anual del Worldwatch Institute* (pp. 112-121). Barcelona: Editorial Icaria.
- Manassero, M.A., Vázquez, A. & Acevedo, J.A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Martín-Gordillo, M. & Osorio C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210. Último acceso el 25 de enero, desde <http://www.campusoei.org/revista/rie32a08.pdf>
- Membiola, P. (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
- Rosenthal, D.B. (1989). Two approaches to science-technology-society (S-T-S) education. *Science Education*, 73 (5), 581-589.

Anexo I

El dossier entregado a los participantes estuvo compuesto por:

- El documento enviado al Comité científico de la Universidad de La Habana (Cuba) por el Dr. Carlos Delgado: “[CCUH] DE CARLOS DELGADO SOBRE EL DEBATE DE LOS TRANSGÉNICOS EN REBELIÓN” que puede encontrarse en: <http://lists.uh.cu/pipermail/ccuh/2010-May/000538.html> (última fecha de consulta: 30 de mayo 2012).
- Funes-Monzote, F. y Freyre Roach, E., Comp. (2009). “Transgénicos, que se gana y que se pierde. Textos para un debate en Cuba”. La Habana, Publicaciones Acuario. Centro Félix Varela.
- Artículos periodísticos surgidos en respuesta al comunicado publicado el 16 de mayo del 2010 en “Juventud Rebelde”, de tinte positivo ante el comienzo de las pruebas de campo de una variedad cubana de maíz transgénico FR-Bt1:
 - Aguilera Marín, Narciso: Alerta de maíz transgénico en Cuba, en: www.rebellion.org., 20-05-2010 <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=106216> (última consulta 30.5.2012).
 - Borroto, Carlos: Carta a Narciso Aguilera Marín, en: www.rebellion.org.,

23-05-2010 (El Dr. Borroto es el jefe en ese momento del programa cubano de biotecnología agropecuaria). <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=106382> (última consulta 30.5.2012).

- Freyre R, Eduardo Francisco: ¿Tiene la ciencia la última palabra?, en: www.rebelion.org., 26-05-2010. <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=106604> (Última consulta el 30.05.2012).
- Bélanger, Mélanie: De los "transgénicos" socialistas milagrosos, en: www.rebelion.org., 28-05-2010 <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=106699> (Última consulta 30.05.2012).
- Delgado D, Carlos Jesús: Transgénicos y ciencia creadora: el diálogo necesario entre ciencia y ciudadanía, en: www.rebelion.org., 31-05-2010 <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=106843> (Última consulta 30.05.2012)

UNA EXPLORACIÓN SOBRE LA DIFUSIÓN DE LOS NUEVOS GRADOS: INGENIERÍA QUÍMICA PARA FUTUROS ESTUDIANTES

Ezquerria, A.¹; Polo, A.²

¹*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid*

²*Dpto. de Química Física Aplicada. Sec. Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Madrid*

angel.ezquerria@edu.ucm.es

RESUMEN

En este trabajo se muestra, de forma preliminar, un estudio llevado a cabo sobre el conocimiento que tienen los alumnos de los nuevos grados universitarios. Por una parte, se indagó sobre la visibilidad de las distintas titulaciones de la Universidad Autónoma de Madrid. Por otra, se pasó un audiovisual preparado por nosotros sobre el nuevo Grado en Ingeniería Química. Asociado a este vídeo se pasó un segundo cuestionario que trataba de analizar la eficacia de mostrar la información a través de este tipo de soporte y valorar su calidad en diferentes dimensiones (técnica, estética,...).

Palabras clave

Audiovisual, Ingeniería Química, vocaciones científicas, EEES, formación científica

INTRODUCCIÓN

Nuestro mundo, basado en el conocimientos científico y tecnológico, se haya en constante transformación; en este contexto, la carencia de una adecuada formación en estas áreas puede incidir, tanto en el desarrollo económico y político de los países que no sigan el ritmo de los cambios, como en la mejora de las perspectivas personales de cada individuo (Cervelló, 2009). Esta situación ha sido considerada por proyecciones como el informe 'Beyond 2000: Science Education for the Future' (Millar & Osborne, 1998) o el estudio internacional Rocard (2007).

Sin embargo, la situación en Europa es muy preocupante, observándose un sucesivo alejamiento de los jóvenes de los estudios de ciencia y tecnología, como indican los resultados PISA (OCDE, 2007, 2010), TALIS (OCDE, 2009), OCDE (2006) sobre la evolución de los intereses de los estudiantes en ciencias y tecnología, así como, los sucesivos Eurobarómetros focalizados en la relación entre ciencia, tecnología y sociedad (EC, 2004, 2005a, 2005b, 2007, 2008, 2010). La situación en España no parece más halagüeña, observándose unas actitudes hacia los estudios de ciencia y tecnología por debajo de lo deseable (Vazquez y Manassero, 2009).

Por otra parte, la reciente implantación de las nuevas titulaciones de Grado, dentro del marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), ha representado una reestructuración de los estudios universitarios con el que los futuros estudiantes no están, en general, familiarizados. En este contexto resulta de especial importancia analizar cuál es el nivel de conocimiento que los estudiantes de secundaria tienen sobre los diferentes estudios universitarios existentes, cómo perciben la realización una titulación y si tienen referentes sobre cómo se desarrolla la vida profesional a partir de los estudios elegidos.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Como ya se ha comentado en esta exploración, que presentamos de modo preliminar, nos interesaba averiguar, por una parte, el nivel de conocimiento que los estudiantes de Secundaria tienen sobre los nuevos estudios. En particular, nos centramos en las titulaciones ofertadas por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y, más concretamente, sobre el Grado de Ingeniería Química (IQ). Por otra, se quería valorar el impacto de utilizar un audiovisual preparado *ad hoc*, donde se mostraba un relato sobre la realización del grado en IQ y el previsible desarrollo profesional futuro.

Para ellos se preparó un cuestionario dividido en dos partes y el correspondiente audiovisual. El proceso consistió en organizar visitas a varios centros de Secundaria y en solicitar al grupo de alumnos seleccionados que respondiesen a la primera parte del cuestionario para, seguidamente, exhibir el vídeo y concluir con la realización de la segunda parte.

La primera fase del cuestionario (cuestiones 1 a 4) solicitaba datos generales (edad, curso,..) e indagaba, a través de una escala Likert, sobre la percepción que los estudiantes tienen sobre su conocimiento de los distintos grados de la UAM.

El audiovisual, titulado “MIRA TU FUTURO” (Ezquerro, 2009), se encuentra alojado en Internet, último acceso el 25 de febrero de 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=sfCrvsUQpjk>. El vídeo fue producido de forma autónoma por el equipo del Departamento de Ingeniería Química de la UAM. De forma muy esquemática, el proceso de elaboración del vídeo siguió las recomendaciones recogidas en anteriores trabajos (Ezquerro, 2010; Ezquerro y Polo, 2011) y consistió en:

- Crear un guion a partir de las reuniones que se desarrollaron a tal efecto con varios miembros de la Sección Departamental de Ingeniería Química.
- Preproducción. En nuestro caso se centró en el trabajo de selección y preparación de “actores”, la búsqueda de fechas compatibles para el rodaje, medios técnicos, etc.
- Montaje y distribución. Se produjo una versión en DVD para su distribución en los centros de secundaria, en eventos tipo Aula, etc. También se preparó una versión para Internet que ha sido visitada en 5363 ocasiones.

La segunda parte del cuestionario (cuestiones 5 a 13) buscaba valorar el impacto de mostrar la información a través de un audiovisual. Para este análisis se plantearon cuestiones que atendían a diferentes dimensiones que podemos agrupar en:

- Calidad técnica y estética del vídeo.
- Percepción sobre la eficacia de la información mostrada de este modo.

DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cuestión 1 y 2: Datos generales

En primer lugar, indiquemos que el cuestionario se realizó entre los meses de noviembre y diciembre de 2009 sobre un total de 408 estudiantes repartidos entre cinco institutos de secundaria de la Comunidad de Madrid. El reparto por edades y cursos se muestra en las dos tablas adjuntas.

Edad estudiantes	13	14	15	16	17	18	19 +
Porcentajes por edad (%)	1,2	10,8	27,7	25,5	6,2	7,4	2,5

Tabla 1. Reparto de alumnos por edades

Cursos	3° ESO	4° ESO	1° Bto	2° Bto
Estudiantes (%)	21,8	24,5	32,8	20,3

Tabla 2. Número de alumnos por curso y porcentajes.

Cuestión 3: Resultados sobre el conocimiento de las titulaciones por parte de los estudiantes

El siguiente aspecto que requiere nuestro interés es el nivel de conocimiento que los estudiantes de Secundaria de la muestra tienen sobre las diferentes titulaciones que ofrece la UAM y, evidentemente, sobre el Grado de Ingeniería Química. Para ello se les pidió que graduaran para cada carrera cuánta información tenían. En la Tabla 3 se resumen los porcentajes sobre el total de 408 estudiantes. Se han obviado los datos de las repuestas no consideradas (no responde o responde con doble marcación). No sobrepasan el 5 % para ninguna titulación.

Titulación	Estudiantes que respondieron	No conocía existencia (%)	Información insuficiente (%)	(%) Algo información	(%) Mucha información
Biología	400	2,0	43,1	41,4	11,5
Ciencias Ambiental	408	32,4	52,7	10,5	4,4
Física	399	2,7	41,7	44,4	9,1
Química	405	3,7	46,3	40,2	9,1
Ingeniería Química	408	34,6	46,1	15,2	4,2
Economía	401	3,9	48,0	31,9	14,5
Derecho	394	2,7	41,9	36,8	15,2
Ing. Informática	394	6,6	39,7	32,1	18,1
Filología	404	31,6	42,9	17,2	7,4
Ing. de Teleco.	398	14,5	51,7	21,8	9,6
Magisterio	396	11,5	35,3	30,1	20,1
Filosofía	401	4,9	60,3	25,2	7,8
Historia del Arte	397	12,3	57,6	21,3	6,1
Medicina	383	1,0	31,9	36,8	24,3
Psicología	392	3,9	47,8	26,2	18,1

Tabla 3. Nivel de información manifestado por los estudiantes sobre las titulaciones.

Lo primero que llama la atención es que la columna con porcentajes más altos, para casi todas las titulaciones es la B; es decir, los estudiantes manifiesta una insuficiente información sobre la mayoría de las titulaciones. Además, salvo Medicina y Magisterio ninguna titulación supera el 20 % en la opción “muchísima información”.

Debemos indicar también que Ciencias Ambientales, Ingeniería Química y Filología son desconocidas para un porcentaje superior al 30 % del alumnado. Sin embargo, creemos que la aparición de la titulación de Filología en este listado se debe al desconocimiento del término empleado más que a otras consideraciones. En cualquier caso, este dato parece legitimar por sí mismo la necesidad de difusión del Grado de Ingeniería Química.

Cuestión 4

Por otra parte, se intentó valorar la visibilidad de las distintas titulaciones y la intención de cursar unos estudios u otros. Con este fin se preguntó a los estudiantes sobre si habían tenido la oportunidad de ver trabajar a alguien de las titulaciones propuesta y si habían pensado (aunque no decidido) cursar dichas carreras. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Resulta evidente que las titulaciones más visibles (Medicina, Magisterio y Derecho) parecen estar ligadas a profesiones que los estudiantes “ven” en su entorno social, más que a los esfuerzos debidos a los planes de difusión de las diferentes universidades. De hecho, Ingeniería Química, Ciencias Ambientales e Historia del Arte resultan casi invisibles para la mayoría del alumnado.

Titulación	He visto trabajar a alguien	He pensado hacerla
Biología	34,6	27,0
Ciencia Ambientales	10,3	7,8
Física	30,4	13,5
Química	27,7	16,7
Ingeniería Química	9,1	8,3
Economía	27,2	12,5
Derecho	41,7	17,9
Ing. Informática	37,7	31,4
Filología	21,6	6,4
Ing. de Teleco.	24,0	14,2
Magisterio	47,8	20,8
Filosofía	23,8	8,8
Historia del Arte	16,9	6,6
Medicina	56,9	37,5
Psicología	33,3	29,4

Tabla 4. Visibilidad e intención de cursar las titulaciones propuestas.

Cuestión 5: Resultados sobre las características generales del vídeo

Un aspecto que consideramos interesante es la valoración del propio producto audiovisual. Indiquemos que, en la comunicación audiovisual, resulta importante el mensaje pero existen otros aspectos que pueden tener una enorme influencia: la calidad técnica de la grabación, las características del soporte, el ritmo audiovisual de la narración, etc. Con el fin de analizar estos factores se realizó una batería de cuestiones (ver cuestionario en Anexo 1). En la Tabla 5 recogemos los resultados en porcentajes.

Como se puede observar, el conjunto de datos es cuantioso; además se podrían buscar cruces por edades, curso, etc. Sin embargo, en este resumen vamos a tratar de sintetizar la información y dejaremos la profundización de estos aspectos para más adelante.

En primer lugar, llama la atención que los porcentajes de “no sé” sean tan bajos, lo que parece indicar la implicación del alumnado en este tipo de iniciativa. Por otra parte, para tratar de comprender la apreciación dada a cada epígrafe sugerimos centrar la atención en las dos valoraciones más altas el conjunto de posibilidades (datos subrayados en negrita). Bajo este criterio,

podemos observar que la mayoría de los apartados son calificados entre aceptable y bueno. Este hecho nos parece singularmente interesante dado lo precario de los medios disponibles.

Por otra parte, lamentamos, que los esfuerzos de nuestros compañeros “actores” no sean valorados como merecen. Es evidente, que el estándar al que están acostumbrados nuestros “espectadores” es muy alto: televisión y cine profesional. En este sentido, creemos que la comparativa deja a nuestros compañeros en un puesto mucho más que digno.

En definitiva, parece que tanto las cuestiones técnicas como las apuestas comunicativas resultaron entre aceptables y buenas y, en ningún caso, limitaron la transmisión del mensaje.

Categorías audiovisuales	Muy malo inadecuado	Malo (%)	Regular/ aceptable	Bueno (%)	Muy bueno adecuado	No sé (%)
Titulo	2,7	7,6	37,7	36,5	10,5	4,7
Duración del vídeo	1,7	7,1	34,6	40,7	12,5	3,9
Ritmo de realización	3,7	13,2	34,1	36,0	8,1	5,6
Banda sonora/Música	7,6	12,3	18,4	25,5	34,6	2,7
Sonido en general	16,2	31,6	26,5	19,4	5,4	0,7
Voz de locutores	17,2	31,4	34,6	15,4	2,9	0,2
Calidad de la imagen	2,7	14,0	42,9	31,1	9,3	0,2
Adecuación imágenes	3,2	9,6	36,3	38,0	9,3	4,2
Información en imagen	3,7	11,5	36,0	38,0	8,1	2,9
Guion-historia	8,6	18,4	40,9	26,0	4,7	2,0
Diálogo/explicaciones	7,4	19,4	33,8	30,9	7,4	1,7
Ritmo de la historia	3,4	14,2	45,3	30,6	4,4	3,7
Nivel de información	3,9	12,0	40,4	32,1	12,0	0,5
Actores colaboradores	17,2	23,5	30,6	21,6	5,1	2,5
Valoración general	3,4	11,5	41,2	34,1	9,6	1,5

Tabla 5. Resultados sobre las características generales del vídeo.

Resultados sobre las información transmitida en el vídeo

Tras la exhibición del audiovisual y para valorar la eficacia de la información mostrada, se plantearon un conjunto de interrogantes que pasamos analizar a continuación.

Cuestión 6

En esta pregunta se solicitaba la opinión sobre la importancia del trabajo de un Ingeniero Químico para la sociedad. Las respuestas en porcentajes se recogen en la Tabla adjunta.

Se puede observar que el alumnado considera como de *mucha importancia* (52,9 %) el trabajo de los ingenieros químicos, hecho sorprendente dado que en cuestiones anteriores habían indicado que no conocían esta titulación.

Nada	Muy poco	Poco	Algo	Mucho	Muchísimo
2,0	2,2	3,2	25,2	52,9	14,7

Tabla 6. Resultados sobre importancia del trabajo de Ingeniero Químico.

Cuestión 7

En esta pregunta se pedía que determinasen si el vídeo permitía hacerse una idea de en qué consiste cursar el grado de Ingeniería Química. Las respuestas a esta cuestión tan directa, indican que los resultados se quedaron *algo* lejos de nuestros objetivos.

Nada	Muy poco	Poco	Algo	Mucho	Completamente
2,9	6,6	21,8	50,5	17,4	1,7

Tabla 7. Resultados sobre visualización del Grado de Ingeniería Química.

Cuestión 8

En esta pregunta se pedía opinión sobre el atractivo del trabajo de un Ingeniero Químico. Los estudiantes se repartieron entre *algo* y *poco*. Sin embargo, también para un 13 % pasó a ser entre mucho y muchísimo.

Nada	Muy poco	Poco	Algo	Mucho	Muchísimo
14,0	16,2	24,3	33,1	10,5	2,5

Tabla 8. Resultados sobre el atractivo del trabajo en Ingeniería Química.

Cuestión 9

En esta pregunta interrogábamos por la intención de cursar la titulación de Ingeniería Química. Observamos, en coherencia con las cuestiones anteriores, que un porcentaje significativo de alumnos van a valorar esta opción.

No, seguro	No, casi seguro	Improbable	Lo voy a pensar	Probablemente	Sí, seguro
38,0	15,4	24,3	18,4	3,7	0,5

Tabla 9. Resultados sobre intención de cursar el Grado de Ingeniería Química.

Cuestión 10

Esta y las siguientes cuestiones trataron de analizar el nivel de transmisión de la información llevado a cabo. En concreto, aquí se preguntaba sobre cuál era el motor de nuestra forma de vivir. En el audiovisual se decía de forma expresa: "*las refinerías*". Puede comprobarse que el resultado mayoritario es diferente y más ligado con las imágenes que con el comentario verbal.

Relaciones sociales	Medios comunicación	La investigación	El dinero	Las refinerías	No sé
6,9	4,2	40,4	16,7	16,9	18,4

Tabla 10. Resultados sobre información transmitida en el vídeo (I).

Cuestión 11

Esta pregunta recordaba cómo en el vídeo se comentaba cual era la última fase del proyecto fin de grado. La respuesta mayoritaria fue la adecuada "*redacción y defensa ante un tribunal*". Parece que la compañía de diálogo e imágenes mejoró los resultados anteriores. Aunque también arrastró la opción "*prácticas en empresas*" que tuvo el mismo despliegue de medios.

Prácticas en empresa	Desarrollo experimento	Redacción y defensa ante tribunal	Entrega en registro de universidad	Examen fin de grado	No sé
23,5	12,5	25,7	4,9	15,9	18,4

Tabla 11. Resultados sobre información transmitida en el vídeo (II).

Cuestión 12

En esta pregunta se solicitaba cuáles eran las diferentes utilidades tecnológicas del oro que se comentan en el vídeo. Las respuestas mayoritarias coinciden con las ofrecidas por el audiovisual.

Abaratar la electricidad	Mejorar los coches	Recubrimiento de satélites	Conexiones eléctricas	Como medicamento	No sé
37,7	36,3	27,5	63,0	42,9	9,3

Tabla 12. Resultados sobre información transmitida en el vídeo (III).

Cuestión 13

Por último, se pidió a los estudiantes que consideraran los aspectos que resultaban más atractivos del plan de estudios de Ing. Química. Los resultados son evidentes, los laboratorios y los ensayos en la planta piloto, que por otra parte, son unas instalaciones envidiables.

Laboratorios	Prácticas en empresa	Seguimiento por un tutor	Aulas de informática	Hacer que te sientas ingeniero	Ensayos en planta piloto
67,9	30,1	6,6	25,0	19,9	39,7

Tabla 13. Resultados sobre aspectos atractivos del Grado (IV).

CONCLUSIONES

En primer lugar, recordemos que los estudiantes valoraron su nivel de conocimiento sobre la mayoría de las titulaciones entre “no sabía que existía” e “insuficiente información”. Además, los resultados muestran que las carreras no conocidas, obviamente, no son las más consideradas entre las intenciones futuras de los estudiantes. Esta situación parece extensible a la mayoría de las titulaciones ofertadas, no solo al Grado en Ingeniería Química. Estos hechos nos debería hacer reflexionar sobre cómo son informados los alumnos de secundaria, su nivel de conocimiento de los estudios universitarios y, por tanto, sobre cómo tomar la decisión de cursar un Grado u otro.

En cuanto a la eficacia en la transmisión de la información en el vídeo, creemos que la valoración general debe ser positiva, dado que una mayoría (52,9 %) pasó de ignorar la existencia de este Grado a considerar la *importancia* del trabajo de los ingenieros químicos. Además, indicaron expresamente que el vídeo permitía hacerse una idea de en qué consiste cursar esta titulación. Incluso, hasta un 13 %, parecen dispuestos a considerar este Grado entre sus posibles opciones.

Sobre las cuestiones técnicas y la apuesta de narración fílmica, los resultados reflejaron una valoración entre *aceptable* y *buena* y, en ningún caso, limitaron la transmisión del mensaje. Parece que nos encontramos con unos estudiantes muy dispuestos a colaborar, hecho avalado por los bajos porcentajes de “no sé” (o respuestas en blanco) en prácticamente todas las cuestiones planteadas. Esta predisposición sugiere una escasez en la información sobre las diferentes titulaciones y su consecuente búsqueda de satisfacción.

Probablemente, con los medios actuales, los alumnos disponen de datos como las asignaturas que conforman un grado, se les informa sobre cómo y dónde matricularse, conocen las notas de corte o los porcentajes de colocación y salidas profesionales, etc. Además, resulta obvio que en su día a día, nuestros jóvenes pueden tener contacto con profesores o médicos; sin embargo, parece presumible que encuentren dificultades para contactar, en contextos laborales, con otros profesionales.

En definitiva, creemos que existe una necesidad, por parte de los estudiantes, de visualizar en qué consiste la realización de una titulación y su posterior ejercicio profesional.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la colaboración prestada por todos los miembros de la Sección Departamental de Ingeniería Química de la UAM en la realización del audiovisual. Asimismo, debemos indicar que este trabajo ha estado financiado a través de los proyectos:

- “Elaboración de materiales y soportes de difusión del nuevo grado de ingeniería química para futuros estudiantes”. Convocatoria 2009 de la Oficina para el Desarrollo de las Enseñanzas de la UAM. Oficina de Convergencia Europea, referencia 2.33-09.
- “Acciones de mejora para la difusión del Grado en IQ entre estudiantes de Ed. Secundaria”. Convocatoria 2010. Oficina para el Desarrollo de las Enseñanzas UAM. Referencia C.L3/4.

BIBLIOGRAFÍA

- Cervelló, J. (2009). Educación científica "ahora": el informe Rocard. En J. Cervelló (Coord.), *El Informe Rocard: una alternativa para la formación científica de la ciudadanía* (pp. 9-46). MEC.
- European Commission (2004). *Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*. Brussels: European Commission.
- European Commission (2005a). *Europeans, science and technology. Special Eurobarometer224*. Brussels: European Commission.
- European Commission (2005b). *Social values, Science and Technology Special Eurobarometer225*. Brussels: European Commission.
- European Commission (2007). *Science Education Now. A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- European Commission (2008). *Young people and science. Analytical report*. Brussels: European Commission.
- European Commission (2010). *Science and Technology. Special Eurobarometer340*. Brussels: European Commission.
- Ezquerro, A. (2009). *Mira tu futuro*. Audiovisual alojado en Internet, último acceso el 25 de febrero de 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=sfCrvsUQpqq>
- Ezquerro, A. (2010). Desarrollo audiovisual de contenidos científico-educativos. Vídeo: “Las vacas no miran al arco iris”. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 353-366.
- Ezquerro, A.; Polo, A.M. (2011). Requerimientos para la elaboración de audiovisuales escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 453-462.
- Millar, R., & Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- OCDE. (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies*. Paris: OECD

OCDE. (2007). *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Executive Summary*. Paris: OECD

OCDE. (2009). *TALIS. Teaching and Learning International Survey*. Paris: OECD

OCDE. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do*. Paris: OECD

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*. European Commission. Community Research. (En línea: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf).

Vázquez, A.; Manassero, M.A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y tecnología. *Enseñanza de las ciencias*, 27(1), 33-48.

ANEXO: Cuestionario

EDAD. Marca la edad que tienes en estos momentos:

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19 ó +
----	----	----	----	----	----	----	----	----	--------

CURSO:

1° ESO	2° ESO	3° ESO	4° ESO	1° Bto	2° Bto
--------	--------	--------	--------	--------	--------

SEXO (Indícalo en la última fila en blanco de la parte superior derecha de la hoja de respuestas):

CHICO	CHICA
-------	-------

TITULACIONES. Nos interesa saber qué sabes sobre algunas de las carreras universitarias que existen en la UAM. Para cada carrera gradúa cuanta información tienes y responde a las otras dos cuestiones.

Opciones	Gradúa cuanta información tienes			Tengo mucha información sobre la titulación	He visto trabajar a alguien	Marca si has pensado hacerla (aunque aun no hayas decidido)
	No sabía que existía	←.....→	→.....←			
Casilla	A	B	C	D	E	F
1 Biología						
2 Ciencia Ambientales						
3 Física						
4 Química						
5 Ingeniería Química						
6 Economía						
7 Derecho						
8 Ing. Informática						
9 Filología						
10 Ing. telecomunicacion						
11 Magisterio						
12 Filosofía						
13 Historia del Arte						
14 Medicina						
15 Psicología						

No des la vuelta a esta hoja hasta que te indiquen. Gracias.

SOBRE EL VÍDEO: Califica la calidad del audiovisual

Opciones		Muy malo/ inadecuado	Malo	Regular/ aceptable	Bueno	Muy bueno/ adecuado	No sé
Casilla		A	B	C	D	E	F
16	Título						
17	Duración del vídeo						
18	Ritmo de realización						
19	Banda sonora/Música						
20	Sonido en general						
21	Voz de locutores						
22	Calidad de la imagen						
23	Adecuación imágenes						
24	Información en imagen						
25	Guión-historia						
26	Diálogo/explicaciones						
27	Ritmo de la historia						
28	Nivel de información						
29	Actores colaboradores						
30	Valoración general						

Califica según tu opinión la importancia del trabajo de un Ingeniero Químico para la sociedad

Casilla 31	Nada	Muy poco	Poco	Algo	Mucho	Muchísimo
-------------------	------	----------	------	------	-------	-----------

Califica si el vídeo te hace tener idea de en qué consiste cursar el grado de Ingeniería Química

Casilla 32	Nada	Muy poco	Poco	Algo	Mucho	Completamente
-------------------	------	----------	------	------	-------	---------------

Califica si te parece atractivo el trabajo de un Ingeniero Químico

Casilla 33	Nada	Muy poco	Poco	Algo	Mucho	Muchísimo
-------------------	------	----------	------	------	-------	-----------

Indica la intención de cursar la titulación de Ingeniería Química

Casilla 34	No, seguro	No, casi seguro	Improbable	Lo voy a pensar	Probablemente	Sí, seguro
-------------------	------------	-----------------	------------	-----------------	---------------	------------

Recuerdas, según el vídeo, cuál es el motor de nuestra forma de vivir...

Casilla 35	Relaciones sociales	Medios comunicación	La investigación	El dinero	Las refinerías	No sé
-------------------	---------------------	---------------------	------------------	-----------	----------------	-------

En el vídeo se comenta cual es la última fase del proyecto fin de grado, puedes marcar la opción correcta

Casilla 36	Prácticas en empresa	Desarrollo experimento	Redacción y defensa ante tribunal	Entrega en registro de universidad	Examen fin de grado	No sé
-------------------	----------------------	------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	---------------------	-------

Indica cuáles son las diferentes utilidades tecnológicas del oro que se comentan en el vídeo (**máximo tres**)

Casilla 37	Abaratar la electricidad	Mejorar los coches	Recubrimiento de satélites	Conexiones eléctricas	Como medicamento	No sé
-------------------	--------------------------	--------------------	----------------------------	-----------------------	------------------	-------

Del plan de estudios de Ing. Química, marca **solo los dos aspectos** que te resultan más atractivos

Casilla 38	Laboratorios	Prácticas en empresa	Seguimiento por un tutor	Aulas de informática	Hacer que te sientas ingeniero	Ensayos en planta piloto
-------------------	--------------	----------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------------	--------------------------

**MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN.
ESTO NOS AYUDARÁ A INFORMARTE MEJOR**

Investigación didáctica en un curso titulado: “Mujeres científicas en los currículas escolares”

Jiménez López, M^a Ángeles y Carrasquilla Carmona, Amanda
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad de Málaga
majimenez@uma.es

RESUMEN

Se presenta una investigación realizada en un curso de Titulación Propia de la Universidad de Málaga, que se justifica por la necesidad de reflexión del alumnado sobre las aportaciones de las mujeres a la Ciencia y la Tecnología.

Se realiza un enfoque didáctico a fin de poder introducir estos conocimientos en la formación científica en todos los niveles, a partir de las enseñanzas básicas.

Palabras clave

Científicas, inventoras, tecnólogas, formación del profesorado.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principios básicos en que se inspira el sistema educativo español según la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, es el fomento y la promoción de la investigación, la experimentación y la innovación educativas por parte del profesorado. A tal efecto, el presente curso promueve la realización de actividades de formación y de investigación e innovación educativas que reviertan en beneficio directo del propio sistema educativo.

En este sentido, el curso, constituye una actividad de investigación e innovación que tiene como fin último la mejora de la práctica docente y, por ende, la mejora de la calidad del sistema educativo en general, y de la educación científica en particular. La razón es que en ella se trabaja “por” y “para” la mejora de la formación inicial y permanente del profesorado, habilitándoles para el desarrollo de un **modelo integrador que fomente el reconocimiento del protagonismo social de las mujeres en la Ciencia**, a través de su visibilización en los materiales escolares y en su tratamiento didáctico en diferentes etapas del sistema educativo (Educación Primaria, Secundaria, Bachillerato, Ciclos Formativos, etc.).

El papel de las mujeres en todos los ámbitos de la actividad científica tiene una naturaleza multidisciplinar y transversal, tal y como se indica en los materiales curriculares actuales¹.

Concretamente, en el apartado 3 del Artículo 39 de la Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía, relativo a la Educación en Valores, se dice:

"Con objeto de favorecer la igualdad real y efectiva entre hombres y mujeres, el currículo contribuirá a la superación de las desigualdades por razón de género, cuando las hubiere, y permitirá apreciar la aportación de las mujeres al desarrollo de nuestra sociedad y al conocimiento acumulado por la humanidad"².

Por tanto, si el currículo ha de contribuir a la superación de las desigualdades por razón de género, tal y como se explicita en los textos legales, y garantizar condiciones de igualdad a las futuras generaciones, el sistema educativo ha de desempeñar un papel fundamental. Partiendo de esta premisa y, a tenor de la situación social que vivimos, se hace especialmente necesario realizar investigaciones encaminadas a hacer efectivos enfoques igualitarios en todos los niveles educativos.

FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA Y DIDÁCTICA

Concretamente, el presente trabajo se centra en profundizar en la visión escolar de las mujeres científicas y ofrecer perspectivas innovadoras que permitan superar el llamado "techo de cristal" para fomentar en las alumnas futuras vocaciones profesionales con expectativas de igualdad de reconocimiento y éxito social.

Avalando este enfoque encontramos movimientos internacionales que reivindican el reconocimiento de las contribuciones fundamentales de la mujer en todos los ámbitos de la educación, incluidas la ciencia y la tecnología. Por su actualidad y conexión con el tema, tiene sentido señalar en este punto la Declaración de Haifa³ celebrada en 2011, donde se alentó *"a los gobiernos y a las partes interesadas hacia la realización de las investigaciones necesarias tanto nacional como internacional para determinar y comprender los factores subyacentes a la disparidad de género en la ciencia y la tecnología, así como promover las acciones que conduzcan a la modificación de los resultados"*.

En nuestro país, el número de mujeres que realiza estudios científico - tecnológicos ha aumentado considerablemente⁴. No obstante, su presencia profesional sigue estando muy por debajo de los porcentajes previsibles o deseables. Así, durante el período 1993 - 2002, el número de profesoras universitarias aumentó entre un 12 y un 15%, el de investigadoras científicas del 27 al 29% y el de científicas titulares lo hizo del 38 al 39%. Estas cifras no son aún igualitarias e invitan a seguir trabajando y marcando estrategias de superación y promoción similares en hombres y mujeres.

La plena incorporación femenina a los sistemas de ciencia y tecnología no es simplemente una reivindicación igualitaria, sino una necesidad económica y social. Por ello, es fundamental lograr una buena educación en ciencia y tecnología para todos, ya que ningún país desarrollado puede permitirse dejar de lado a la mitad de la población en un tema tan importante para el progreso.

Pero, ¿cuál es la situación en las aulas? ¿qué visión se ofrece de las aportaciones femeninas en las materias científicas?

La realidad es que no existe una relación unívoca entre la enseñanza de determinadas áreas o materias científicas y una visión de la Ciencia como actividad que realizamos las personas independientemente del sexo. En los currículos escolares apenas aparecen nombres de mujeres científicas y es que, en general, la Ciencia se presenta como una actividad eminentemente masculina. Esta realidad hace necesario un esfuerzo de investigación didáctica que revitalice el papel femenino en la Ciencia y ofrezca modelos reales al alumnado en formación. Éste es precisamente el objetivo fundamental del

curso: **implementar un modelo inclusivo de la Ciencia que garantice en su concreción didáctica el equilibrio de referentes masculinos y femeninos.**

Al analizar los libros de texto, que siguen siendo protagonistas indiscutibles del proceso de enseñanza - aprendizaje en una inmensa mayoría de las aulas, se observa igualmente que al hablar de las personas que han contribuido al importante desarrollo científico actual, suele aparecer un colectivo único, el integrado por “los científicos”, que asumen la autoría de los descubrimientos, salvo alguna extraña excepción femenina.⁵

Por otro lado, si revisamos la bibliografía más representativa de las corrientes no sexistas, es fácil encontrar citas que ilustran cómo en algunos ámbitos de la educación no se ofrece un panorama de igualdad de oportunidades a chicos y chicas, que son el origen de futuras desigualdades por razón de sexo:

“Si desde la más tierna edad se educara a la niña con las mismas exigencias y los mismos honores, las mismas severidades y las mismas licencias que a sus hermanos, participando en los mismos estudios, los mismos juegos, a la espera de un mismo futuro, rodeada de mujeres y de hombres que se le aparecieran equivocadamente como iguales, el sentido del complejo (...) se modificaría profundamente”⁶.

Este pensamiento de Simone de Beauvoir seguirá vigente en el panorama científico de la mujer (a pesar de haber transcurrido más de cincuenta años desde su primera publicación) en la medida en que no se eduque a niños y niñas con idénticas expectativas, referentes y oportunidades. En cambio, si desde los primeros contactos con la Ciencia, las personas que la han elaborado, hombres y mujeres, apareciesen con la misma frecuencia y dignidad, la actividad científica sería reconocida como una profesión de libre elección en función de aspectos vocacionales y motivacionales, y no por razón de sexo.

En resumen, la ausencia de nombres de mujeres en la Historia de la Ciencia ha sido una constante, en unos casos por el intencionado ocultamiento de las mismas y su consecuente invisibilidad, y en otros por la gran influencia del pensamiento y cultura androcéntrica predominantes. Resalta la multitud de obstáculos y limitaciones que han sufrido muchas científicas a las que no se les han reconocido sus éxitos (Jiménez y Carrasquilla, 2010). En este punto, conviene recordar las ocasiones en que sus propios compañeros de investigación se han atribuido sus hallazgos obteniendo premios inmerecidos y/o falsos. Mejorar esta visión de la ciencia en la sociedad en general y en los niños, niñas y jóvenes que se forman en los diferentes centros educativos, en particular, es un reto imprescindible para todos los que tenemos responsabilidad profesional en el sistema educativo (Carrasquilla y Jiménez, 2010).

La visibilización socio-científica de las aportaciones de las mujeres es, por tanto, una asignatura pendiente y una imposición legislativa. No olvidemos que incluso se han elaborado leyes para promocionar la igualdad de género en las que se impulsa la visibilización y el reconocimiento de *“la contribución de las mujeres en las distintas facetas de la historia, la ciencia, la política, la cultura y el desarrollo de la sociedad”⁷.*

Así, el objetivo de este curso se justifica en la medida en que ofrece el resultado de una investigación que, partiendo de una exhaustiva fundamentación teórica, pretende ofrecer modelos viables para equilibrar los roles de género que se transmiten en las aulas.

Características del curso

Se realiza un curso de Titulaciones Propias de la Universidad de Málaga titulado: Mujeres científicas en los currículos escolares.

Aspectos que se tratan:

- Estudio del papel de las mujeres en la historia de la Ciencia y la Tecnología, profundización en aspectos relacionados con la equidad real entre chicos y chicas en el ámbito de las profesiones científicas.
- Revisión de las aportaciones de mujeres científicas, técnicas e inventoras, adaptadas a las exigencias didácticas del alumnado de Primaria y Secundaria a fin de incentivar su visibilización.
- Introducción de actividades sobre las aportaciones de mujeres a la sociedad, a través de inventos y descubrimientos concretos que muestran imágenes actualizadas y atractivas para las jóvenes.
- Puesta en práctica de experiencias educativas que suponen transformar adecuadamente las actitudes y valores en las que se forma al alumnado.
- Confección de material didáctico encaminado a superar roles estereotipados en relación con al trabajo de las mujeres.

El curso lo realizan un grupo de 46 personas, 44 chicas y 2 chicos. Tiene 45 horas de duración, 20 presenciales y 25 no presenciales.

Las horas presenciales se distribuyen en 4 grandes apartados:

- Presentación, estudio y análisis de documentos (elaborados para el curso y otros). Se trabaja utilizando técnicas de trabajo grupal, puzzles, bola de nieve, etc.
- Presentación de biografías profesionales y humanas de mujeres científicas, se estudian 50 científicas.
- Visualización de audiovisuales sobre el tema
- Debates y trabajos de clase.

En las horas no presenciales realizan dos trabajos, cada uno de los participantes en el curso:

- Preparación de una biografía adaptada de científica
- Análisis de un libro de texto.

En los trabajos individuales y grupales, se han estudiado más de 50 científicas y se ha profundizado en sus aportaciones y en el camino recorrido por cada una hasta llegar a obtener la suficiente relevancia como científica, tecnóloga o inventora.

En muchos casos sus caminos han sido difíciles pero sus aportaciones a menudo son muy importantes, tanto que han supuesto nuevos enfoques en grandes ámbitos científicos o nuevos paradigmas e incluso revolucionarios para la ciencias, casi siempre apenas reconocidos o considerados.

Al terminar el curso se pasó una hoja, con la intención de recoger los principales aspectos que despiertan interés en los contenidos del curso. Con tres preguntas abiertas, que contestan 40 personas, de los 46 matriculados.

Cuestiones que se analizan en este trabajo son:

- 1.- ¿Cómo piensas que deben plantearse las cuestiones científicas y técnicas para que interesen a niños y niñas por igual?. Enumera las dificultades que hay que superar.
- 2.- ¿Qué piensas que han aportado las mujeres de forma específica al desarrollo de la humanidad?

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

1.- ¿Cómo piensas que deben plantearse las cuestiones científicas y técnicas para que interesen a niños y niñas por igual? Enumera las cuestiones previas que hay que considerar y las dificultades a superar.		
1	Mostrar las contribuciones de las científicas, en los libros, biografías, imágenes, textos,...	20
2	Normalizar las profesiones científicas para las chicas con igualdad de salarios, oportunidades, promoción profesional y cargos directivos	19
3	Presentar modelos de científicos y científicas de forma constante para evitar “techos de cristal”.	17
4	Tratar de igual forma a chicas y chicos en las clases de ciencias	14
5	Conciliar la vida familiar y laboral en las profesiones científicas	12
6	Eliminar desigualdades sociales y barreras que tienen las mujeres para desarrollar actividades científicas	12
7	Cuidar el lenguaje para que sea inclusivo para las chicas	9
8	No suponer cualidades específicas para la ciencia a los chicos de forma previa	9
9	Desterrar los roles y estereotipos que relegan a la mujer a un papel secundario	8
10	Reescribir la historia, haciendo justicia al gran número de mujeres cuyos méritos se han desmerecido	6
11	Erradicar el modelo de científico masculino, exclusivo y sesgado	6
12	Informar y conocer más a las mujeres científicas y sus hallazgos	5
13	Motivar desde los intereses y gustos de niños y niñas por igual	5
14	Aprender a valorar los méritos académicos y profesionales sin importar otras cuestiones personales (sexo, ...)	3
15	Poner cuotas en tribunales, comités,...	2
16	Presentar modelos de mujeres científicas étnicos	1

Figura 1. Categorización de las respuestas de la primera cuestión

Aunque en el curso nos centramos solamente en aspectos científicos: biografías investigaciones y descubrimientos femeninos, cuando se les ha preguntado por las dificultades específicas de la mujeres para dedicarse a profesiones científicas, aparecen aspectos mas generales como las opciones 3: Presentar modelos de mujeres científicas étnicos, 5: Conciliar la vida familiar y laboral en las profesiones científicas, y 6: Eliminar desigualdades sociales y barreras que tienen las mujeres para desarrollar actividades científicas.

Las respuestas en su conjunto puede resumirse en la siguiente idea: “Una vez superadas las dificultades sociales, las familiares y con una educación igualitaria adecuada, donde

el papel de las mujeres no sea relegado a planos secundarios y su presencia sea la adecuada, no habrá ninguna razón para que las aportaciones, y profesiones científicas sean desiguales entre hombres y mujeres.”

2.- ¿Qué piensas que han aportado las mujeres de forma específica al desarrollo de la humanidad?		
1	Investigaciones e inventos importantes (en genética, astronomía, medicamentos, física, en general en todas las especialidades...	61
2	Han mostrado que son capaces y productivas al igual que los hombres	11
3	Han trabajado con más dificultades que los hombres en muchas ocasiones, demostrando grandes cualidades y superando barreras	9
4	Han contribuido a la mejora de la sociedad y a la igualdad de sexos	8
5	Son un ejemplo para otras mujeres, que las reconocemos y admiramos	6
6	Han hecho historia, y cambiado para muchos la visión de las mujeres	6
7	Han aportado a la ciencia un impulso en valores de respeto, tolerancia, persistencia...	5
8	Contribuyen de forma significativa a los cambios de mentalidades sexistas	4
9	Han hecho compatible la dedicación a la ciencia y a la familia, etc.	3
10	Pasión por el trabajo científico y por la ciencia	3
11	Una visión de la ciencia desde otros puntos de vista que la mejoran y se avanza, aportando nuevas teorías	3
12	Han abierto caminos nuevos para las propias mujeres y su reconocimiento	3
13	Han colaborado con otros científicos	1

Figura 2. Categorización de las respuestas de la segunda cuestión

CONSIDERACIONES RELEVANTES

Durante el curso se han analizado las aportaciones de muchas mujeres científicas a lo largo de la historia, se han estudiado sus aportaciones y sus biografías. Junto con las categorías presentadas, y sin pretensión de generalizar, sobre la muestra que constituye el alumnado del curso, se obtiene evidencia para realizar las afirmaciones siguientes, a partir de las respuestas, o implícitas en estas:

- No hay ninguna razón para afirmar que estamos psicológicamente o intelectualmente menos capacitadas que los varones para realizar con éxito cualquier actividad científica. Esta afirmación, ahora evidente al término del curso, ha sido un gran obstáculo a lo largo de la historia de la ciencia, para la participación femenina en la investigación y las actividades profesionales científicas. En la actualidad sigue estando vigente en multitud de países.
- Las niñas y jóvenes que se educan en la sociedad democrática moderna, disfrutan por primera vez en la historia de igualdad legal de oportunidades. No obstante esta situación se suele “contaminar” por comentarios sexistas,

referencias distorsionadas, ideas predemocráticas, etc. De tal forma que se asumen como actuales ideas que representan momentos históricos injustos para las mujeres.

- Se han descrito casos en los que se han producido la negación de logros, apropiación de inventos y descubrimientos, evidenciando un doble juicio según intereses sexistas.
- Para conseguir la plena igualdad es necesaria la visibilización de las contribuciones femeninas, en primer lugar, como demostración de la igualdad de capacidad. A continuación, es necesario ir eliminando y desmontando cualquier argumento escolar o social que promueva de forma desigual las cualidades del alumnado y promueva diferencias en el gusto por la ciencia.
- La educación en igualdad, que legalmente hoy se propone, no está completamente implantada. Incluso en las sociedades más avanzadas, debe evitarse en las escuelas, promover cualquier comentario o sugerir cualquier propuesta que avoque a las niñas o niños hacia profesiones diferentes, argumentando razones de sexo.
- A lo largo de la historia de las ciencias, se han atribuido la mayoría de los descubrimientos, estudios e inventos a hombres. En multitud de ocasiones han sido mujeres las que han argumentado, descrito, calculado y desarrollado los trabajos. Unas veces en solitario y otras en colaboración con otros científicos, estos, en muchas ocasiones, se ha atribuido los hallazgos de forma exclusiva, y han pasado a la historia de forma injusta como únicos titulares de los premios y reconocimientos. Se ha visto la necesidad de “revisar la autoría de los descubrimientos que han hecho posible los principales cambios en la ciencia.
- En la actualidad se sigue reconociendo de forma desigual a científicos y científicas, estas últimas ostentan menos cargos directivos, por lo que el reconocimiento social es menor, el trabajo femenino en la ciencia sigue siendo menos prestigiado y reconocido aún.

BIBLIOGRAFÍA⁸

Amorós, C. (2005). *Teoría feminista: de la ilustración a la globalización*. Madrid: Biblioteca Nueva.

Ballarín, P. (2001). *La educación de las mujeres en la España contemporánea*. Madrid: Síntesis.

Jiménez, A. Carrasquilla, A. (2010). *Inclusión escolar y aportaciones sociales de mujeres científicas e inventoras*. Actas XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. U. de Jaén.

Carrasquilla, A. y Jiménez, Á. (2010). *Mujeres científicas en el currículum de formación del profesorado*. II Congreso Universitario Nacional Investigación y Género “I + G”. Univ. de Sevilla.

De Beauvoir, S. (2005). *El segundo sexo*. Universitat de Valencia. Ediciones Cátedra.

¹ LEY ORGÁNICA 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

REAL DECRETO 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria.

² Este imperativo legal puede considerarse un reflejo de las ideas que se desarrollan en el preámbulo de la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la Igualdad Efectiva de Mujeres y Hombres, donde se hace mención al artículo 14 de la Constitución Española en el que se proclama el derecho a la igualdad y a la no discriminación por razón de sexo.

³ Conferencia internacional para mujeres líderes en ciencia, tecnología e innovación celebrada en Haifa, Israel, entre los días 29 de mayo y 3 de junio del 2011. En las páginas 1-3 del Anexo puede verse el texto completo de la Declaración.

⁴ La última estadística del Ministerio de Educación pone sobre la mesa la distribución de hombres y mujeres en el Bachillerato en España, según las distintas ramas. Y la realidad, analizada en el año 2010 aunque los datos se hayan proporcionado este curso, es que del total de mujeres, el 56% elige Humanidades, el 38% Ciencias y Tecnología y el 5,2% Artes. Del total de hombres, un 52% elige Ciencias y Tecnología, un 44% Humanidades y un 3,3% Artes.

⁵ Marie Curie, de forma casi exclusiva.

⁶ DE BEAUVOIR, SIMONE (2005). *El segundo sexo*. Universitat de Valencia. Instituto de la Mujer. Ediciones Cátedra.

⁷ Artículo 15.2 a) de la Ley 12/2007, de 26 de noviembre, para la Promoción de la Igualdad de Género en Andalucía.

⁸ Aunque la normativa referida a citas bibliográficas recomienda indicar únicamente la inicial del nombre de los autores o autoras, en ésta y otras referencias se ha aceptado aunque no la compartimos, ya que el nombre completo de la autora ayuda a visibilizar la autoría femenina de la obra, objetivo al que no podemos renunciar, y son: Celia Amorós, Pilar Ballarín, Ángeles Jiménez y Amanda Carrasquilla, Simone de Beauvoir.

¿Qué aporta la historia de la enseñanza de las ciencias experimentales en Secundaria al Master en Formación del Profesorado?*

López, J. Damián; Delgado, M^a Ángeles; López, Luisa

Departamento de Teoría e Historia de la Educación. Universidad de Murcia.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.
(damian@um.es; madelgado@um.es; llopezbanet@um.es)*

RESUMEN

Tras la experiencia llevada a cabo en el Master en Formación del Profesorado de Secundaria desarrollado en la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia, consideramos que los estudios realizados desde la historia del currículum y de la enseñanza de las disciplinas científicas en España ofrecen una perspectiva adecuada en el desarrollo de este Master. El trabajo que presentamos destaca la importancia que tiene para el futuro profesorado de ciencias experimentales de secundaria conocer la evolución histórica en nuestro país de la enseñanza de las ciencias en este nivel educativo, analizando los cambios habidos en diferentes épocas en los objetivos planteados para las materias científicas, en los contenidos programados y en los planteamientos didácticos llevados a la práctica en los institutos. También se incide en la importancia que tiene para el alumnado de este Master conocer algunas experiencias fructíferas de formación del profesorado de ciencias que tuvieron lugar en nuestro país, así como tener constancia sobre los orígenes y primeros pasos en la construcción de la Didáctica de las Ciencias Experimentales en España. Por último, se considera la complejidad de los procesos de innovación y cambio educativo y la necesidad de establecer una mayor vinculación entre el profesorado de secundaria y de universidad para que las propuestas innovadoras tengan una mayor repercusión en la práctica real de las aulas.

Palabras clave

Master en Formación del Profesorado de Secundaria. Historia de la enseñanza de las ciencias experimentales. Institutos-Escuela. Culturas escolares.

INTRODUCCIÓN

La segunda enseñanza ha generado desde su constitución como nivel educativo a mediados del siglo XIX hasta nuestros días, un intenso debate sobre su finalidad, el currículum programado, los libros de texto utilizados, la formación y selección del profesorado, la metodología y recursos didácticos puestos en práctica, etc. Todo ello ha influido en el discurrir de la enseñanza de las ciencias experimentales en los institutos.

Parece razonable que los futuros profesores de ciencias experimentales de secundaria conozcan los antecedentes necesarios para poder interpretar de forma correcta las ideas aceptadas hoy día en el ámbito de la enseñanza de las disciplinas científicas, que

*Esta acción está financiada por la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia en el marco del II PCTRM 2007-2010, dentro del proyecto de investigación nº 11903/PHCS/09.

consideren que sólo comprendiendo nuestro pasado, conociendo otras acciones precedentes, podemos enfrentarnos a problemas heredados, a problemas actuales, a los retos del futuro, y a captar las continuidades y los cambios.

LA HISTORIA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN SECUNDARIA

Las disciplinas científicas en el currículo de la educación secundaria

Las opiniones de algunos profesores del área sobre la presencia y peso específico de estas disciplinas en el curriculum nos pueden ayudar a interpretar su evolución en el tiempo. En este sentido, el catedrático de Física y química de instituto, Ricardo Becerro de Bengoa, comentaba que a lo largo del siglo XIX se dio “mayor importancia a los estudios literarios que a los científicos” (Becerro, 1900: 231). Esto hecho lo corroboraba posteriormente el catedrático universitario, Emilio Jimeno, cuando se refería a que no se había “logrado introducir, en el ambiente literario que siempre ha dominado, la justa apreciación de la importancia de esos estudios científicos” (Jimeno, 1940:152). Ya en los años sesenta del siglo XX, otro catedrático de Física y química de instituto, Severiano Goig, comentaba que no sólo estaba motivada la falta de peso específico de estas materias en los planes de estudio por la orientación fundamentalmente humanista que había imperado durante muchos años, sino también porque “durante mucho tiempo se ha subestimado en nuestro país el valor educativo de las Ciencias físicas” (Goig, 1961: 86). Por otra parte, Baldomero Bonet, catedrático de la Facultad de Farmacia de Madrid, decía que “se nota desde luego que no tienen la menor participación (en su elaboración) especialistas en las Ciencias experimentales” y que se “cambia un plan, sin dar tiempo a que la experiencia enseñe qué variantes han de introducirse en él, en caso de que realmente deba modificarse” (Bonet, 1907:13).

Son numerosos los ejemplos que avalan lo dicho: planes de estudio en los que la carga horaria de las materias científicas ha sido inferior a la destinada a la Religión católica o a las Enseñanzas del Hogar para el alumnado femenino; materias que pasaban de ser obligatorias para todo el alumnado a ser optativas, asignaturas como Biología y Geología o Física y Química que se cursaron juntas en vez de hacerse por separado, etc. Todo ello induce a pensar que el discurso elaborado por los componentes de nuestra comunidad disciplinar sobre el valor formativo y la utilidad académica, profesional y social de los contenidos de las materias científicas no ha sido todo lo eficiente que debiera ser. Que las manifestaciones sobre su importancia como conocimiento indispensable en esta etapa educativa han sucumbido frente a las de otros campos académicos, y que en los centros de decisión sobre el curriculum prescrito las aportaciones emanadas desde el campo de la Didáctica de las Ciencias no han sido todo lo convincentes ni eficientes que debían serlo.

Evolución en la finalidad de las materias científicas

La segunda enseñanza ha sido durante muchos años un período educativo selectivo y elitista. Por ello, el objetivo fundamental que ha tenido el estudio de estas materias ha sido eminentemente propedéutico, formar con vistas a seguir estudios universitarios, minusvalorándose su finalidad formativa o cultural (Viñao, 2011: 33).

El primer paso hacia un modelo de educación secundaria de masas se daría con la Ley General de Educación de 1970. Posteriormente, la LOGSE (1990) transformó la enseñanza media en una educación secundaria para todos, permitiendo la incorporación de grupos sociales sin tradición en esta etapa educativa, y haciendo que el instituto

pueda ser un lugar donde puedan convivir alumnas y alumnos de condiciones sociales, económicas, étnicas y culturales diferentes. A pesar de ello, todavía la visión propedéutica para la enseñanza de las ciencias continúa estando implantada con firmeza, y sigue siendo uno de los problemas (Furió et al., 2001; Acevedo, 2004; Vázquez et al., 2005; Solbes, 2011). La razón de la perdurabilidad en el tiempo de este enfoque está en la presión ejercida desde la universidad, que ha impuesto sus propios criterios e intereses -los de quienes en ella se hallan-, no siempre coincidentes con los de la educación secundaria.

Evolución en los contenidos de enseñanza

Debido a que la segunda enseñanza fue concebida primordialmente como preparación para estudios superiores, el currículum de las materias de ciencias experimentales ha estado predeterminado por las exigencias establecidas desde ese nivel, puestas de manifiesto, según la época, en la selectividad, PAU, etc. Los contenidos propuestos se contemplaron desde una perspectiva fundamentada en la disciplinaridad del cuerpo de conocimientos aceptado por la comunidad científica, es decir, la estructura propia de las disciplinas de referencia (botánica, zoología, física, química, ...), siguiendo el modelo puesto en práctica para su enseñanza en la universidad (López y Bernal, 2002). A pesar de los discutibles resultados que durante muchos años ha tenido este enfoque disciplinar y propedéutico, todavía se sigue defendiendo la idoneidad de impartir programas clásicos de ciencias como modo de garantizar la preparación del alumnado para futuros estudios. Se trata de seguir prestando una mayor atención al carácter instructivo de la enseñanza de las ciencias, y con ello, primar los contenidos puramente conceptuales puesto que, para algunos, constituyen el verdadero y auténtico currículum científico.

Si las materias de ciencias experimentales son importantes para que todas las personas tengan una información fundamentada a la hora de reflexionar y tomar decisiones sobre temas científico-técnicos, será necesario seleccionar los contenidos de enseñanza para conseguir ese objetivo. Por tanto, será preciso enfatizar en aquellos que sean más relevantes, mostrar sus aplicaciones en la vida cotidiana, su importancia en la toma de decisiones, y hacer hincapié en los procesos, que serán los que conducirán al alumnado hacia la reflexión sobre lo que es la ciencia y cómo se elabora (Martín Díaz et al, 2011: 130).

Por otra parte, habría que evitar las políticas educativas que, de manera más o menos encubierta, se están poniendo en práctica, y que van encaminadas hacia la clasificación, selección y segregación del alumnado, y a la diferenciación entre centros docentes por el currículum que ofrecen.

Evolución en los libros de texto

Durante muchos años los manuales utilizados para la enseñanza de las ciencias experimentales manifestaban, generalmente, una extensión excesiva en los temas abordados y una evidente falta de actualización (Moreno, 2000). Era usual que los textos no plantearan actividades para el alumnado, ejercicios para resolver o experiencias prácticas. La mayoría mostraban, por su estructura y contenido, un enfoque memorístico, en consonancia con una metodología fundamentada en las lecciones magistrales del profesor y una excesiva importancia a los exámenes. Los libros carecían, en general, de cualquier asomo de intención pedagógica, suponiendo un alumno capaz de memorizar unos textos áridos y amplios (López y Bernal, 2005). Paulatinamente los libros de texto fueron presentando una nueva estructura, con actividades guiadas, planteamiento de experiencias prácticas, ejercicios resueltos y sin resolver, actividades

para ser realizadas individualmente o en grupo, búsqueda de información por medio de otros canales, etc., alejándose del viejo libro de texto tradicional. Poco a poco aparecen contenidos procedimentales, aunque en cuanto a las actitudes, su ausencia resulta clamorosa (Pro et al, 2008). Sin embargo, los contenidos abordados han seguido siendo excesivos, con una profusión de formalismo (Martin Díaz et al, 2011: 131). Coincidimos con el profesor Luis del Carmen en la necesidad de una transformación profunda de este recurso didáctico que, nos guste o no, es determinante en nuestro sistema educativo (Del Carmen, 2001). Además, las grandes editoriales conocen las habituales prácticas tradicionales, y en escasas ocasiones apuestan por innovaciones, porque consideran que de esta forma se aseguran una mayor aceptación del profesorado y, con ello, sus beneficios económicos (Solbes, 2011:181).

EL PROFESORADO Y LOS MODOS DE ENSEÑAR LAS MATERIAS CIENTÍFICAS

Durante la larga vigencia que en España ha tenido el modo de educación tradicional-elitista, las formas de enseñar en el bachillerato han estado marcadas por el modelo tomado generalmente como referente: el universitario. El profesorado de este nivel educativo ha sido durante muchos años “celosos guardianes” de unas tradiciones forjadas en el transcurrir de su formación inicial y en su práctica en el aula, que han moldeado los modos de enseñar (Cuesta y Molpeceres, 2010: 32).

Al analizar la evolución en la metodología en este nivel educativo se constata la mayor aceptación de un enfoque centrado en el aprendizaje memorístico, con una metodología basada en las lecciones magistrales con la ayuda de láminas, aparatos, modelos, colecciones, y en la realización de experiencias prácticas para corroborar la teoría, donde el alumnado asume un papel pasivo. Las formas de enseñar, a pesar de cambiar leyes, planes de estudio, circunstancias políticas, etc., se presentan como un conjunto de rutinas inscritas en una larga tradición profesional, basando el profesorado su práctica docente en la experiencia diaria y en su sentido común, y poniendo en práctica el primer mandato de las corporaciones públicas docentes: “se acata pero no se cumple” (Cuesta y Molpeceres, 2010: 19).

El discurso psicopedagógico, con la puesta en escena de las unidades didácticas, la enseñanza por objetivos, las programaciones didácticas y de aula, el modelo de aprendizaje por descubrimiento, la perspectiva socioconstructivista, el aprendizaje significativo, el aprendizaje como cambio conceptual, las actividades basadas en el planteamiento y resolución de problemas, el aprendizaje como investigación, la enseñanza por competencias, etc., ha chocado con lo que realmente ocurre en las aulas, un lugar donde se dan menos cambios y más continuidades. No obstante, también es verdad que en el colectivo de profesores de ciencias experimentales de instituto, antes y ahora, podemos encontrar experiencias y planteamientos didácticos innovadores.

Los primeros pasos en la construcción de la Didáctica de las Ciencias Experimentales en España

Es preciso que el futuro profesorado de ciencias conozca iniciativas que posibilitaron el proceso de renovación de la enseñanza de las ciencias experimentales en nuestro país. Como ha puesto de manifiesto Mariano Bernal (Bernal, 2001), es conveniente conocer la influencia de la Institución Libre de Enseñanza (1876), las propuestas formuladas desde el Museo Pedagógico (1882) por Francisco Quiroga, Edmundo Lozano o Ricardo Rubio, de profesores becados por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1907), organismo que ayudó notablemente a

la actualización científica y didáctica del profesorado de ciencias, de los que fueron profesores de la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio (1909) –como Enrique Rioja o Blas Lázaro-, centro en el que se formaban los futuros profesores de Escuelas Normales –como Margarita Comas, Modesto Bargalló o Vicente Valls-, y los inspectores de primera enseñanza. La labor desarrollada por los Institutos-Escuela, centros desde los que se ofreció un modelo pedagógico alternativo a lo que se hacía en otros institutos y una experiencia contrastada por medio de la labor de prestigiosos catedráticos de instituto como José Estalella, Andrés León, Miguel A. Catalán, Rafael Candel, Federico Gómez Llueca, Antonio Marín, Ángeles Ferrer, etc., que influenciados por las corrientes pedagógicas innovadoras de la época, esencialmente por el movimiento de la Escuela Nueva, propiciaron una renovación de la enseñanza de las ciencias en nuestro país basada en que el alumnado fuese protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje, que las clases estuvieran centradas en la actividad del alumno, propiciando procesos de investigación científica que le permitiera ser capaz de plantear problemas, experimentar, interpretar resultados, establecer conclusiones y, en definitiva, de generar actitudes positivas hacia la ciencia y sus métodos; planteamiento de actividades de enseñanza relacionadas con la ciencia de la vida cotidiana, promoviendo el interés del alumno, y otra visión de los trabajos y experiencias prácticas con el uso de materiales alternativos, próximos al entorno del alumno, frente al material científico tradicional de laboratorio (López y Bernal, 2000; Bernal y López, 2002).

La necesidad de una buena formación del profesorado

A lo largo de la historia de la educación secundaria se demandó en multitud de ocasiones que se abordara el tema de la formación del profesorado de este nivel educativo. Se realizaron numerosas propuestas sobre cómo se debía afrontar dicho tema, se crearon instituciones para ello (Escuela Normal de Ciencias, Escuela de Formación del Profesorado del Grado Medio), y se pusieron en marcha modelos de formación (Ayudantes becarios, CAP, etc.). Pero realmente no se consideró adecuadamente la formación de los futuros profesores, ni se relacionó el período de formación con los procesos de selección del profesorado. Siempre ha existido una tajante separación entre el modelo de formación inicial -facultades universitarias- y el de selección – oposiciones-, proceso éste en el que se prestó poca, o ninguna, atención a la valoración de la formación pedagógico-didáctica de los aspirantes (López, 2001). Tan sólo con el plan Pidal (1845) se estableció un sistema de becas para formar en Madrid profesores de ciencias en la Escuela Normal de Ciencias (1846), estableciéndose una relación entre formación y selección, puesto que al concluir los estudios se tenía derecho a ocupar las plazas existentes en los institutos. En 1850 se amplió la propuesta a otras áreas, denominándose la institución *Escuela normal de Filosofía*, pero sería suprimida en 1852.

En general, el futuro profesor de secundaria recibió una formación específica en su campo disciplinar en la facultad correspondiente, estando ausente la formación pedagógico-didáctica.

Un plan de formación de profesores diferente: el de los Institutos-Escuela

Con la creación del Instituto-Escuela de Madrid (1918) se llevó a la práctica un modelo de formación del futuro profesorado oficial de enseñanza secundaria (Bernal y López, 2007; López, 2010). La idea básica era que siguieran un plan de formación en y desde la práctica, bajo la dirección de catedráticos del centro, discutiendo y reflexionando sobre la labor docente desarrollada. Esto se completaba con la preparación y actualización

científica (cursos prácticos de física, química, botánica, mineralogía, zoología, fisiología vegetal, etc.), la realización de estudios psicopedagógicos, y el aprendizaje de idiomas. En ese centro madrileño participaron 91 aspirantes del área de ciencias experimentales, de los que 25 obtuvieron cátedras de instituto antes de 1936.

Este modelo se extendió a otros Institutos-Escuela (Barcelona, Valencia, Sevilla), donde podemos observar la presencia de profesores renovadores como Rafael Candel Vila, Manuel Mateo Martorell, Ángeles Ferrer Sensat o Emilia Fustegueras Juan, entre otros. Podemos decir que se llevó a cabo una labor formativa de calidad, de hecho el colectivo de catedráticos de ciencias experimentales de instituto al final del primer tercio del siglo XX estaba integrado por un profesorado con una buena preparación científica y pedagógico-didáctica, y que habría renovado la enseñanza de las ciencias en España (López, 2010: 667).

El actual Máster en Formación del Profesorado de Secundaria recuerda en algunos aspectos a dicho modelo, aunque se debería incidir más en el componente práctico, el estudio de casos concretos de situaciones de fracaso escolar, la participación en proyectos educativos de centro innovadores, etc. (Nóvoa, 2009: 203).

UNA SITUACIÓN A SUPERAR: LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS COMO ESPACIO DE CONFRONTACIÓN ENTRE DIFERENTES CULTURAS ESCOLARES

Entre las diferentes culturas que inciden en las instituciones educativas podemos distinguir la “político-institucional”, producida en el entorno administrativo, que es la que prescribe el currículum; la cultura del “conocimiento experto” que, generada en el mundo académico universitario e impulsada por los profesionales de la Pedagogía y especialistas en Didáctica de las Ciencias, debe orientar y guiar la enseñanza; y la cultura “empírico-práctica”, elaborada por los profesores en el ejercicio de su profesión. En este sentido, conviene tener en cuenta que en los centros educativos existe un conjunto de tradiciones, hábitos, prácticas, formas de hacer y pensar que, sedimentados a lo largo del tiempo en forma de regularidades, compartidos por sus actores, se transmiten de generación en generación y permanecen de manera que las reformas educativas no logran más que arañar superficialmente la realidad del aula porque ignoran esas culturas escolares (Viñao, 2002). Siempre ha existido -y existe- una separación considerable entre dichas culturas, de manera que la diferencia entre las propuestas teóricas y su desarrollo en la práctica es, en la mayoría de ocasiones, insalvable. Es por esto por lo que, a pesar de las aportaciones ofrecidas desde la investigación en Didáctica de las Ciencias en los últimos años, sea evidente el rechazo más o menos generalizado del profesorado de secundaria a la puesta en práctica de tales aportaciones.

En los últimos cincuenta años se han planteado numerosas propuestas para tratar de mejorar la enseñanza de las materias científicas, algunas se hacen desde la experiencia realizada en otros países, percibiéndose en ellas un entramado virtual poco consistente con la realidad cotidiana de las aulas. Esta desconexión determina que, independientemente del currículum prescrito y de las orientaciones metodológicas, la mayoría del profesorado continúe enseñando los contenidos que les son familiares, mediante las actividades tradicionales que forman parte de sus prácticas habituales. El profesorado, ante unos contenidos sobrecargados, agobiados por la tarea, se olvidan de propuestas novedosas y sigue enfatizando en los contenidos conceptuales (Martín Díaz et al., 2011: 138).

El alejamiento existente entre el “conocimiento experto” y el profesorado de secundaria debe invitar a hacer viable un contexto adecuado que haga posible establecer vínculos e interacciones, aproximando la innovación educativa a la práctica docente. Es preciso facilitar la participación del profesorado de secundaria en proyectos de investigación e innovación educativa que se realicen desde las universidades. El establecimiento de un mayor número de vínculos entre el profesorado de secundaria y de las universidades facilitaría un mejor conocimiento mutuo y tendría efectos muy positivos también en el desarrollo del máster (ANECA, 2012: 50).

Que el alumnado del Master en Formación del Profesorado de Secundaria, como futuros profesores de este nivel educativo, aprecie la necesidad de mejorar continuamente su práctica docente a través de la reflexión, actualización, investigación y colaboración con otros profesores -del mismo y de otros niveles educativos-, es un hecho a tener en cuenta para superar los serios problemas por los que atraviesa la enseñanza de las ciencias según los resultados de las evaluaciones internacionales o los informes de comisiones de expertos (Rocard, PISA; TALIS; ENCIENDE).

CONCLUSIONES

Después de tres años de experiencia en el Master en Formación del Profesorado de Secundaria, pensamos que la historia de la enseñanza de las disciplinas científicas aporta al futuro profesorado de ciencias un espacio para la reflexión y conocimiento de la evolución histórica en este nivel educativo de la enseñanza de las ciencias, observando y analizando los cambios habidos en la finalidad otorgada a estas materias en los planes de estudio, en los contenidos programados por la administración educativa, en los libros de texto o en los planteamientos didácticos llevados a la práctica en los centros educativos .

Por otra parte, también permite ofrecer una visión sobre los primeros pasos en la construcción de la Didáctica de las Ciencias Experimentales en España y el conocimiento de algunas experiencias fructíferas de formación del profesorado que tuvieron lugar en nuestro país. Procesos éstos en los que se implicaron destacados catedráticos universitarios, miembros del colectivo de catedráticos de instituto en ejercicio y jóvenes licenciados en ciencias que fueron también profesores de este nivel educativo.

Por último, el análisis de la complejidad de los procesos de innovación y cambio educativo aconseja la necesidad de establecer una mayor vinculación entre los ámbitos “político-institucional”, el “conocimiento experto” generado en la universidad y el “empírico-práctico” del profesorado de secundaria, para tratar de mejorar la enseñanza de las ciencias experimentales.

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.

ANECA (2012). Sobre la implantación del Máster Universitario de Formación del Profesorado. Análisis de situación y propuestas de mejora. (<http://www.aneca.es/>). Último acceso, 21-02-2012.

Becerro, R. (1900). *La enseñanza en el siglo XX*. Madrid: E. Capdeville.

Bernal, J. M. (2001). *Renovación Pedagógica y Enseñanza de las Ciencias. Medio siglo de propuestas y experiencias escolares (1882-1936)*. Madrid: Biblioteca Nueva.

Bernal, J. M. & López, J. D. (2002). Innovación pedagógica y enseñanza de la Física y Química en el Instituto-Escuela de Madrid. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 47, 63-83.

(2007). La Junta para Ampliación de Estudios (JAE) y la enseñanza de la ciencia para todos en España. *Revista de Educación*, N° extraordinario, 215-239.

Bonet, B. (1907). *Discurso leído en la solemne inauguración del curso académico de 1907 a 1908*. Madrid: Imprenta Colonial.

Cuesta, R. y Molpeceres, A. (2010). *Retazos, memorias y relatos del bachillerato*. Salamanca: IES Fray Luis de León.

Del Carmen, L. (2001). Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible. *Investigación en la Escuela*, 43, 51-56.

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. & Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 365-376.

Goig, S. (1961). Metodología y didáctica de las ciencias físicas. *Enseñanza Media*, 73-75, 86-94.

Jimeno, E. (1940). *Ciencia y Técnica*. Madrid: SAETA.

López, J. D. (2001). La valoración de las condiciones pedagógico-didácticas en los procedimientos de acceso al profesorado de enseñanza secundaria (1857-1934). En *La acreditación de saberes y competencias. Perspectiva histórica* (pp. 425-434). Oviedo: Universidad de Oviedo-SEDHE.

- (2010): La Junta para Ampliación de Estudios y la preparación científica del profesorado de instituto de ciencias experimentales en España (1907-1936). En Sánchez Ron, J. M. (ed.) *100 años de la JAE. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario* (pp. 643-669). Madrid: Residencia de Estudiantes.

López, J. D. & Bernal, J. M. (2000). Los primeros pasos en la construcción de la Didáctica de las ciencias experimentales en España: el pensamiento educativo de José Estalella Graells. En Martín, M. y Morcillo, J. G., *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias experimentales* (pp. 426-435). Madrid: Nivola.

(2002): La influencia del modelo universitario en la enseñanza de las ciencias experimentales en secundaria. En Elortegui, N.; Medina, M.; Fernández; Varela, C. & Jarabo, F. (eds.), *Relación Secundaria-Universidad* (pp. 649-657). La Laguna: Gráficas Báez.

(2005): Influencias de las innovaciones didácticas en los libros de texto de Física y Química para la educación secundaria en España durante el primer tercio del siglo XX. En Guereña, J. L.; Ossenbach, G. & del Pozo, M^a del M. (eds.), *Manuales escolares en España, Portugal y América Latina (siglos XIX y XX)* (pp. 351-374). Madrid: UNED.

Martín-Díaz M^a J., Gutiérrez Julián, M^a S. y Gómez Crespo, M. A. (2011). Las ciencias en la ESO desde la perspectiva de la alfabetización científica. En Caamaño, A. (Coord.), *Física y química. Complementos de formación disciplinar* (pp.127-147). Barcelona: Graó.

Moreno, A. (2000). La Física en los manuales escolares: un medio resistente a la renovación (1845-1900). *Historia de la educación*, 19, 51-93.

Nóvoa, A. (2009). Para una formación de profesores construida dentro de la profesión. *Revista de Educación*, 350, 203-218.

Pro, A. de, Sánchez Blanco, G. & Valcárcel Pérez, M^a 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.

Solbes, J. (2011). La física en el bachillerato: por una física más atractiva. En Caamaño, A. (Coord.), *Física y química. Complementos de formación disciplinar* (pp.171-193). Barcelona: Graó.

Vázquez, Á., Acevedo, J. A. & Manassero, M^a 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).

Viñao, A. (2002). *Sistemas educativos, culturas escolares y reformas*. Madrid: Morata.
(2011). El bachillerato: pasado, presente, futuro. *CEE Participación Educativa*, 17, 30-44.

Creencias y opiniones que Pedagogos en formación tienen ante los nuevos enfoques en la enseñanza de las ciencias

Martin, C. y Prieto, T.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.
cmartin@uma.es

RESUMEN

En la actualidad, la sociedad global en la que vivimos demanda respuestas ante problemas que son, regularmente, objeto de atención a través de los medios de comunicación. Se trata de grandes desafíos en el mundo real al que la ciudadanía tiene que enfrentarse, lo que les otorga un protagonismo creciente en el ámbito de la educación. El estudio que aquí se presenta es parte de una investigación más amplia sobre las creencias que un grupo de 49 futuros licenciados en Pedagogía tienen ante los nuevos enfoques en la enseñanza de las ciencias. De los resultados se desprende que estos estudiantes futuros pedagogos manifiestan, en términos generales, una actitud amplia y abierta hacia estos enfoques, aunque la matizan al profundizar en algunos de ellos.

Palabras clave

Enseñanza de las ciencias; Estudiantes de Pedagogía; Ciencia-Tecnología-Sociedad; Problemas socio-científicos.

INTRODUCCIÓN

Según Fensham (2011), el amanecer del siglo XXI ha visto como numerosas organizaciones científicas y tecnológicas se preocupan de lo que consideran los “grandes desafíos y oportunidades del nuevo milenio” (Gates Foundation, 2003; NRC, 2001). La predominancia de problemas socio-científicos (por ejemplo, de salud o ambientales) en la lista refleja cuales son las preocupaciones, y son claros ejemplos de que la sociedad global necesita soluciones ante problemas que son, regularmente, objeto de atención política a través de los medios de comunicación.

Las incertidumbres que se asocian a estos problemas y la dependencia de la ciencia para su solución hacen que la noción de riesgo sea central en el análisis de los mismos. Se trata de grandes desafíos en el mundo real a los que la ciudadanía tiene que enfrentarse, y que requieren mecanismos de actuación que se presentan complejos. Ante esta situación resulta incuestionable que, en el mundo de la educación, tomen un protagonismo creciente problemas como el cambio climático, la energía, el agua, la biodiversidad y los ecosistemas, el crecimiento de la población o el desarrollo económico, dado que son internacionales e interdisciplinarios (AAAS, 2011).

En el contexto educativo, estos problemas son denominados socio-científicos, y desde hace años cada vez más se les considera elementos fundamentales en la formación de la ciudadanía para el futuro. Las ahora habituales referencias a la toma de decisiones sobre

aspectos que implican a la ciencia y la tecnología, en los currículos, es un reconocimiento de esta preocupación (Prieto, España y Martín, 2012).

Develaki (2008) reconoce que la habilidad de tomar decisiones sobre temas controvertidos se ha transformado en uno de los objetivos principales en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, echa de menos, en los currículos, la presencia de los criterios necesarios para desarrollar este objetivo. Ante esta circunstancia, la formación del profesorado se presenta como una de las claves para seguir avanzando (Pedretti, Bencze, Hewitt, Romkey y Jivraj, 2008) y el estudio de sus creencias y sus orientaciones epistemológicas puede aportar resultados útiles y relevantes en las tareas de diseñar y desarrollar planes y metodologías para la formación del profesorado en esta dirección (Zeidler, Sadler y Howes, 2005).

Pajares (1992) explica como las creencias y actitudes son los mejores indicadores de las decisiones que los profesores toman en la enseñanza, y por ello es importante comprender las estructuras de las creencias de los candidatos a profesores, si se quiere incidir en la mejora de su preparación profesional y de su práctica. Estas premisas nos han llevado a plantearnos lo importante que es conocer las creencias de partida que futuros educadores puedan presentar ante la enseñanza basada en problemas socio-científicos.

CONTEXTO

El enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) ha avanzado en los últimos 20 años, y ha ganado protagonismo en las orientaciones de la enseñanza de las ciencias y de la enseñanza en general. A la hora de reconocer el potencial de este enfoque, destacan su idoneidad para atender a la diversidad del alumnado, a los objetivos de la ciencia para todos, y al gran macroobjetivo de la alfabetización científica y tecnológica (Yager y Tamir, 1993).

Con esta perspectiva, en el plan de estudios de la Licenciatura de Pedagogía en la Universidad de Málaga, se promovió una asignatura cuatrimestral de carácter optativo denominada “Las Relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad en la Educación”. Esta asignatura se imparte en los últimos cursos de la licenciatura. Consideramos que la importancia del colectivo de alumnos que han optado por ella es grande, porque pueden ejercer una labor educadora en el futuro, y orientadora en los centros de enseñanza. Es decir, pueden incidir en que determinadas innovaciones propuestas por el currículum sean entendidas y aceptadas por los profesores, muy especialmente en aquel sector del profesorado en el que predomina la idea de que la enseñanza de las ciencias no debe apartarse de transmitir los contenidos y hacer prácticas en el laboratorio.

Partimos de la hipótesis de que el alto componente de “conocimiento pedagógico general” puede tener influencia en la aceptación de nuevos enfoques que, a veces, conllevan un cambio de mentalidad ante el cual el profesorado se muestra reacio. Por otra parte, desde los enfoques de CTS se habla y aconseja que los estudios científicos se tiñan de humanidades, con el fin de ubicar mejor a la ciencia en su contexto social. Y, en esta asignatura, en concreto, se persiguen aspectos como: a) que el alumnado tome conciencia sobre lo que son los problemas socio-científicos y que aprecie sus verdaderas y amplias dimensiones; b) que valore la importancia de trabajar estos problemas en el aula y aprenda la forma de hacerlo y c) que considere la pertinencia del debate como metodología de contraste de posturas ante los problemas, así como los procesos de decisiones.

Con estos elementos como contexto y teniendo en cuenta el papel que desempeñarán estos alumnos como futuros asesores y formadores de docentes, estamos llevando a cabo una investigación en la que indagamos sobre las creencias de partida que estos futuros pedagogos tienen ante los nuevos enfoques en la enseñanza de las ciencias, y cual es la disposición que presentan a incorporar estos elementos innovadores.

La muestra sobre la que se ha realizado el estudio corresponde a 49 estudiantes con edades comprendidas entre los 20 y los 40 años, siendo 41 de ellos mujeres y 8 hombres.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de nuestros objetivos hemos diseñado un cuestionario cerrado tipo Likert con un rango de respuesta comprendido entre 1-4. Al responderlo, los estudiantes debían mostrar su grado de acuerdo/desacuerdo a partir de su posicionamiento ante 32 afirmaciones, conformadas a partir de la exploración cualitativa de la bibliografía seleccionada (Creswell y Plano-Clark, 2007). La respuesta a cada una de estas afirmaciones nos arroja información sobre la actitud que presentan ante alguno de los seis grandes bloques de información en que hemos agrupado los 32 items, y que recogen los aspectos relacionados con: 1) la enseñanza de las ciencias en la actualidad; 2) las propuestas curriculares; 3) los contenidos a enseñar; 4) el modelo de profesor; 5) la metodología del profesor y 6) el papel de los libros de texto.

Este cuestionario fue planteado en el aula de CTS como parte de una actividad destinada a promover su reflexión sobre estos aspectos. En este trabajo nos centramos en presentar los resultados sobre las creencias que estos futuros pedagogos tienen sobre la idea de utilizar en el aula de ciencias problemas reales que ilustren la situación real de la sociedad, es decir, analizaremos el bloque de información que hemos denominado "Aspectos generales de la enseñanza de las ciencias en la actualidad".

- 1.- En la actualidad resulta prácticamente imposible discutir sobre valores humanos y problemas políticos y económicos sin recurrir al papel que juegan en ellos la ciencia y la tecnología.
- 2.- Para promover la alfabetización científica y tecnológica no es preciso tener en cuenta consideraciones morales y éticas, actitudes y valores.
- 3.- En el aula de ciencias, es contraproducente que se trabajen problemas reales (como, por ejemplo, el de la energía), porque demandan consideraciones políticas, éticas y económicas, que distraerían a los alumnos de lo que tienen que aprender.
- 4.- En la enseñanza de las ciencias es preciso poner énfasis en problemas reales y socialmente relevantes que tienen que ver con la ciencia y la tecnología.
- 5.- Debido a que los problemas que enfrenta nuestro tiempo no son exclusivos de la ciencia, es necesario el dialogo y el intercambio de información multidisciplinar en la enseñanza de las ciencias.

Cuadro 1. Items sobre los aspectos generales de la enseñanza de las ciencias en la actualidad

Las afirmaciones relativas a este aspecto están contenidas en el cuadro 1, y fueron configuradas a partir de una amplia revisión bibliográfica (Hurd, 1998; Develaki, 2008; Pedretti et al, 2008; España y Prieto, 2009; DeBoer, 2011).

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

En el análisis de datos se asignó un perfil para cada una de las opciones ofrecidas ante cada ítem (rango 1-4). Por tanto, fueron definidos cuatro posibles perfiles:

- Perfil 1 (P1): Muy innovador y en completo grado de acuerdo con la introducción de problemas reales e interdisciplinarios en el aula de ciencias. La versión pura de este perfil correspondería a las opciones 4,1,1,4,4 a cada uno de los ítems propuestos.
- Perfil 2 (P2): Muy cercano al innovador aunque sus respuestas no muestran contundencia total ante las afirmaciones. La versión pura de este perfil sería las respuestas 3,2,2,3,3 a cada uno de los ítems propuestos.
- Perfil 3 (P3): Cercano al perfil tradicional de enseñanza y en el que no caben la introducción de aspectos interdisciplinarios en el aula de ciencias. La versión pura de este perfil sería las respuestas 2,3,3,2,2 a cada uno de los ítems propuestos.
- Perfil 4 (P4): Completamente tradicional y en completo desacuerdo con un enfoque centrado en problemas socio-científicos. La versión pura de este perfil corresponde a las respuestas 1,4,4,1,1 en cada uno de los ítems propuestos.

Procediendo de esta manera, se otorga a cada individuo un perfil por cada uno de los ítems. Las respuestas de los participantes en el estudio, y que representan sus posturas ante cada una de las afirmaciones, nos muestran que los perfiles reales no son puros, sino que están configurados por mezclas de estos perfiles.

Con el fin de identificar tendencias en los perfiles reales se han realizado agrupaciones que se han hecho corresponder con diferentes grados de cercanía a las posturas que definen los perfiles puros.

Como primer criterio, hemos considerado que un individuo con 3 o más respuestas coincidentes con un perfil, presenta una tendencia clara hacia el mismo. Cuando no se da esta circunstancia hemos considerado que el individuo no tiende hacia ningún perfil en particular (NP).

Después, dentro de cada tendencia hemos establecido dos grados o niveles, a los que hemos denominado “fortalezas en las tendencias”:

- a) Tendencia fuerte (TF), cuando la coincidencia con el perfil considerado se da en 4 o en cinco de las respuestas a las afirmaciones;
- b) Tendencia débil (TD), cuando la coincidencia con el perfil considerado se da en 3 de las respuestas a las afirmaciones.

Aplicando estos criterios a toda la muestra se han obtenido los resultados siguientes:

- a) se ha asignado a 29 de los participantes la tendencia hacia el perfil 1,
- b) se ha asignado a 14 individuos la tendencia hacia el perfil 2,
- c) en 5 individuos no se ha apreciado una tendencia clara, y
- d) no se ha identificado ninguna tendencia hacia los perfiles 3 y 4.

Estos resultados están representados en la figura 1.

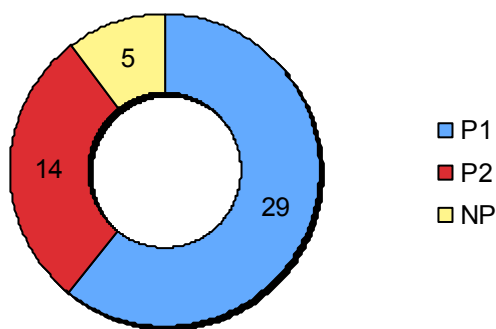


Figura 1. Tendencia hacia perfiles

Fortaleza en las tendencias

Analizando el grado de fortaleza de estas tendencias podemos identificar como de los 29 participantes con tendencias hacia el perfil 1, 15 manifiestan una tendencia fuerte, mientras que los 14 restantes la manifiestan débil (figura 2a). De los 14 individuos que se ubican en el perfil 2, 9 muestran una tendencia débil y 5 una tendencia fuerte (figura 2b).

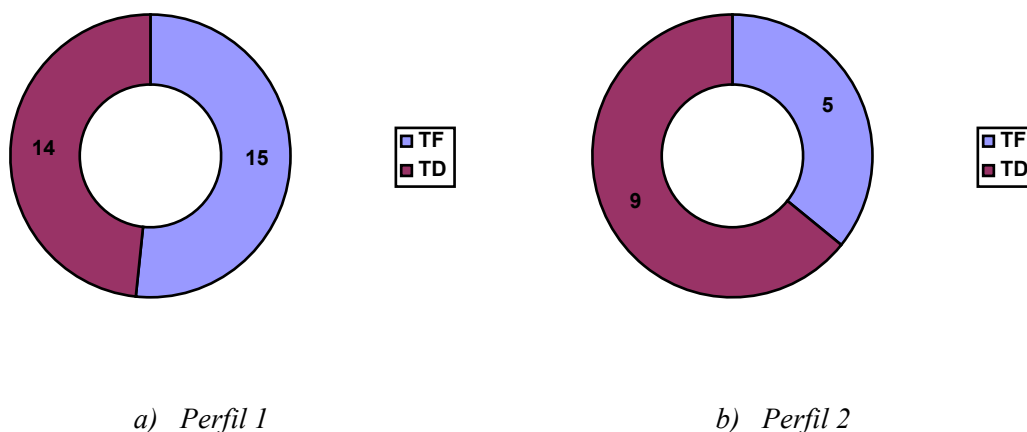


Figura 2. Grado de fortaleza en las tendencias de los perfiles 1 y 2

Por otra parte, al considerar uno a uno los 5 ítems propuestos, encontramos que es en las afirmaciones 4 y 5 donde se aprecia el mayor grado de coincidencia con el perfil 1, dado que 35 participantes se muestran muy de acuerdo con dichas afirmaciones.

Por el contrario, es en la afirmación 1 en la que un menor número de individuos (8) manifiesta un perfil 1. Respecto a esta afirmación, la mayoría de la muestra (30) aparece posicionada en el perfil 2, y los 10 restantes dan respuestas coincidentes con los perfiles 3 y 4.

En los ítems 2 y 4, algo más de la mitad de los alumnos, 26 y 28 respectivamente, aparecen posicionados en el perfil 1.

DISCUSIÓN

De los resultados se desprende que estos estudiantes y futuros pedagogos manifiestan, en términos generales, una actitud amplia y abierta hacia las ideas relativas a la interconexión entre los problemas sociales, humanos, políticos y económicos y la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Es decir, creen en la necesidad de llevar al aula de ciencias los problemas reales que hoy son relevantes y que afectan a la ciencia y a la tecnología, y en la necesidad del diálogo interdisciplinar. Sin embargo, se observa que no consideran con la misma contundencia la creencia sobre la presencia de la ciencia y la tecnología en el debate sobre problemas sociales.

Se pone de manifiesto que, aunque las afirmaciones que se han presentado abundan en la misma tendencia, no todas reciben el mismo grado de aceptación por cada individuo particular. Así, cabría esperar que el estar totalmente de acuerdo con la afirmación 4, se correspondiera con el mismo grado de acuerdo en la 1, lo cual no sucede.

Pensamos que este resultado puede ser debido a la formación de los participantes en el estudio. Tratándose de estudiantes de Pedagogía a punto de finalizar sus estudios, muchos con la titulación de maestro/a, en ellos predomina el análisis basado en lo social y desligado, con frecuencia, de la ciencia y la tecnología. Es decir, para estas personas, se puede discutir sobre valores humanos y problemas políticos y económicos sin recurrir al papel que juegan en ellos la ciencia y la tecnología. Sin embargo, cuando el asunto en cuestión es la enseñanza de las ciencias, no dudan en considerar que hay que poner énfasis de los problemas reales y socialmente relevantes. Con este alumnado debería enfatizarse el hecho de que el conocimiento de ciencia y tecnología es necesario y relevante para cualquier persona, que aún no siendo científico, aspire a ser un ciudadano comprometido (Sadler, 2009).

Este ha sido uno de los objetivos de la asignatura en la que se inserta este estudio. Para algunos, como Solomon y Aikenhead (1994), la CTS representa una orientación educativa innovadora, que pone un énfasis especial en un conjunto de procesos de aprendizaje ligados a principios pedagógicos también especiales. Se trata de considerar a la ciencia como un fenómeno social, conectado con la aplicación de la tecnología y contextualizado en nuestra vida diaria. Se asume que abordándola así, la ciencia será más relevante, significativa y atractiva para todos los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- AAAS American Association for the Advancement of Science. (2011). *Pocket guide to the 2011 annual meeting*. Washington, DC: Author.
- 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
- Develaki, M. (2008). Social and ethical dimension of the natural sciences, complex problems of the age, interdisciplinarity, and the contribution of education. *Science & Education*, 17, 873-888
- España, E. y Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Eureka: Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 345-354.

- Fensham, P. J. (2011). Globalization of Science Education: Comment and a Commentary. *Journal of research in science teaching*, 48(6), 698-709.
- Gates Foundation. (2003). *Grand challenges in global health*. Seattle, WA: Gates Foundation.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407- 416.
- NRC. (2001). *Grand challenges in environmental sciences*. Washington, DC: National Academies Press.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- 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 & Education*, 17, 941-960.
- Prieto, T., España, E. y Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Eureka: Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 71-77.
- Sadler, T.D. (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1 – 42.
- Solomon, J. y Aikenhead, G. (1994). *Science, Technology and Society Education: International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- Yager, R. E. y Tamir, P. (1993). STS approach: reasons, intentions, accomplishment, and outcomes. *Science Education*, 77(6), 637-658.
- Zeidler D. L, Sadler T. D, Simmons M. L, Howes E.V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.

Encuesta para el estudio de la percepción sobre Ciencia y Tecnología del alumnado de Secundaria. Proyecto STIMULA¹

Martínez Martínez, J.I. (1) y Sánchez González, M.D. (2)

Departamentos de Física de la Materia Condensada (1) y de Didáctica de las Ciencias Experimentales (2). Universidad de Zaragoza jimartin@unizar.es

RESUMEN

En esta comunicación se presenta un cuestionario diseñado para el estudio de la percepción de la Ciencia y Tecnología de los alumnos y alumnas entre 12 y 18 años de varios países de la UE. Este cuestionario forma parte del proyecto STIMULA (<http://stimula-project.eu/>) que tiene como objetivo conocer las opiniones de los estudiantes sobre la ciencia y la tecnología. Se pretende descubrir la manera en que los jóvenes de toda Europa pueden llegar a estar más interesados por el aprendizaje de la ciencia y la tecnología para la elección de su futura carrera.

En esta comunicación se presentan a modo de ejemplo los resultados expresados en porcentajes de tres ítems del cuestionario. Los datos pertenecen a la totalidad de la población objeto de estudio y se representan atendiendo a tres segmentos progresivos de edades.

Palabras clave

Encuesta, Ciencia y Tecnología, Motivación, Vocaciones científicas, Educación Secundaria.

INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones de los distintos profesionales de la ciencia y de la tecnología (en adelante C&T) en la Europa de hoy es interesar a los jóvenes por estas actividades, de modo que aumente la cultura científica de la ciudadanía y el número de personas que se orienten hacia estos campos. Europa precisa de buenos profesionales en C&T, tanto en el contexto actual como para un futuro, que aporten innovación y creatividad en la solución de problemas y contribuyan al crecimiento del conocimiento científico y tecnológico desde este grupo de países de la UE en interconexión con el resto del mundo.

¹ LIFELONG LEARNING PROGRAMME Centralized / COMENIUS Multilateral projects / EAC/49/2010 (European Commission,EACEA). “STIMULA. Stimulating Science and Technology competences through innovative means for teaching and learning”

Los desafíos del mundo globalizado hacen deseable que cada ciudadano europeo sea capaz de adaptarse y mostrar flexibilidad ante unos cambios y sus consecuencias, a veces impredecibles. La innovación y el desarrollo exige que a través de la educación se estimule a los chicos y chicas desde los niveles obligatorios, para que adquieran y desarrollen competencias vinculadas a la C&T a través de medios innovadores de enseñanza y aprendizaje.

Cada individuo desarrolla una serie de competencias básicas, que se pueden definir como una combinación compleja de conocimientos, habilidades y actitudes adecuadas al contexto. Todas las personas precisamos de esas competencias tanto para nuestro desarrollo personal como para nuestra participación activa en la sociedad y para afrontar los cambios que se están produciendo en el entorno social y económico en el que vivimos.

La Conferencia Mundial sobre la Ciencia, celebrada en Budapest en 1999 y propiciada por la UNESCO, incluye una serie de declaraciones sobre ciencia y sociedad y cómo sus interacciones deben servir al conocimiento, al progreso y al desarrollo, a la paz y la equidad y a una educación para todas las personas en una cultura que incluya la C&T.

MARCO TEÓRICO

¿Que debemos hacer para interesar y motivar a los jóvenes por la ciencia y la tecnología? Esta pregunta se viene formulando desde ámbitos muy diversos: la educación formal obligatoria, los centros de divulgación científica, los institutos de ciencia y tecnología, la universidad, la investigación en didáctica de las ciencias, el diseño de los currícula y la práctica profesional para la formación del profesorado, la empresa y sus departamentos de innovación y de divulgación... Desde todos estos ámbitos se ha formulado la necesidad de una cultura científica, de una alfabetización científica con carácter diferente dependiendo del contexto y el nivel educativo. En Acevedo (2005) se establecen una serie de “categorías de la relevancia de la ciencia y tecnología según la persona que decide, la finalidad, el foco central, los destinatarios, el grado de interés y el contenido”. Autores como Vazquez, Acevedo & Manassero (2004, 2005) se muestran a favor de una educación científica humanística.

Desde el campo social, político y educativo se han realizado diversos estudios que afectan a toda la población y que nos aportan una gran diversidad de resultados y conclusiones. Hemos tenido en cuenta esos informes para la preparación del Proyecto *Stimula* y en la primera acción: Estudio de la percepción de los jóvenes sobre C&T y conclusiones pedagógicas. Para esta acción se ha preparado el cuestionario que en esta comunicación se presenta.

A continuación se cita una selección de las fuentes consultadas:

- a. Eurobarómetros de la European Comission (2005 y 2010) en los que se indaga sobre el interés y nivel de información en C&T, la imagen y conocimiento, las actitudes, la responsabilidad desde el mundo de la ciencia y las políticas, el papel de las mujeres en la ciencia, la investigación en la UE.
- b. Informes de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología, FECYT (2009, 2011) sobre percepción social de la C&T en España.
- c. El Proyecto ROSE, Sjøberg & Schreiner (2010) señala la importancia de las dimensiones afectivas de los jóvenes en relación a la C&T. Su propósito es recopilar

y analizar la información de los estudiantes sobre varios factores que influyen en sus actitudes hacia la C&T y su motivación para aprender. La población objeto de estudio es la de estudiantes entre 15-16 años de edad.

El concepto de relevancia de la ciencia escolar se desarrolla en Aikenhead (2003), Fensham (2004) y Acevedo (2004).

- d. El Proyecto Rocard (2007). La enseñanza científica de hoy: una pedagogía renovada para el porvenir de Europa. Este proyecto plantea “dotar a todos los ciudadanos a la vez de conocimientos científicos y de una actitud positiva hacia la ciencia”. Al mismo tiempo, hace hincapié en que es preciso que Europa disponga de un número de investigadores en C&T de alto nivel para su desarrollo económico y tecnológico futuro.
- e. El Proyecto PISA-OCDE (2006) “tiene por objeto evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber”. Se analiza principalmente el desempeño de los alumnos en ciencias, sus actitudes, el ambiente de aprendizaje, así como el contexto socioeconómico, tanto de los alumnos, como de las escuelas. En Escudero & Bueno (2010) “se profundiza en el análisis de las prácticas didácticas en las clases de ciencias y en los centros, así como en la potencial asociación de dichas prácticas con el rendimiento académico y la actitud en ciencias en la evaluación de PISA 2006”.
- f. Los cuestionarios que la Fundación Elhuyar (<http://www.elhuyar.org>) ha aplicado al público infantil y juvenil para conocer sus opiniones e intereses en sus programas de divulgación de la C&T y difusión de la investigación.

En la didáctica de la ciencias durante las últimas décadas, se han hecho muchas y valiosas investigaciones para averiguar el pensamiento de los estudiantes sobre campos de la ciencia y sobre diversos aspectos que inciden en los enfoques CTS, en el diseño de unidades didácticas para la alfabetización científica, sobre el pensamiento del profesorado etc.

ELABORACIÓN DEL CUESTIONARIO. METODOLOGÍA.

Para el desarrollo del proyecto STIMULA es preciso contar con información fiable y eficaz sobre la percepción de los jóvenes hacia la C&T (su nivel de conocimiento e interés, vocación...). Para ello, como primera acción, se ha diseñado un cuestionario en el marco del proyecto, teniendo como base los antecedentes descritos en el apartado anterior. El objetivo principal de este proyecto es fomentar la vocación de C&T entre los estudiantes europeos jóvenes. El propósito es estimular las competencias de C&T a través de medios innovadores para la enseñanza y el aprendizaje. Este proyecto está dirigido y coordinado por la Fundación Elhuyar. En el sitio web <http://stimula-project.eu/> se especifican las características, los socios, los centros o colegios asociados, las acciones y los resultados conforme se van produciendo.

El proceso de planificación y diseño de la encuesta, así como la metodología, ha sido el siguiente:

Población objeto de estudio

El cuestionario o escala de medición se ha aplicado a una población de 1.125 alumnas y alumnos, entre 12 y 18 años. En total participan 12 escuelas de cinco países de la UE. Para su elaboración se parte de estudios previos sobre la percepción de la C&T en la juventud

del País Vasco (Fundación Elhuyar, 2011).

Cuestionario Inicial

Se formularon 33 preguntas agrupándolas en dimensiones temáticas: interés general, los medios y la C&T, interés académico y profesional, alfabetización, percepción social del sistema C&T, actividades de ocio o complementarias a las clases sobre C&T.

Se sometió ese cuestionario al juicio de expertos, su evaluación entre los participantes en el proyecto y algunos miembros externos. En ese debate se aplicó el modelo colaborativo previsto en la organización del proyecto. La comunicación e intercambio de puntos de vista se ha realizado a través de video-conferencias que finalizaron en un encuentro de los participantes en la sede de la Fundación Elhuyar en la que se acordaron las modificaciones. La encuesta redactada en inglés se aplicó a una muestra de estudiantes de edades similares a la población encuestada de los centros asociados de Irlanda del Norte (Belfast), comprobando la claridad y comprensión de las cuestiones.

Cuestionario definitivo

Se reelaboró el cuestionario a partir de las sugerencias de expertos en la materia y de estudiantes de la mismas características que la población del estudio. El cuestionario definitivo consta de 23 cuestiones o ítems y se puede consultar en la siguiente dirección on-line: <http://stimula-project.eu/results/>

En Anexo adjunto se presentan algunos ítems a modo de ejemplo, se han seleccionado atendiendo a las categorías o dimensiones para el análisis del cuestionario. En este proceso se han considerado una serie de categorías sobre percepción, interés, vocación y temas instrumentales que quedan reflejadas en el cuestionario definitivo.

Todo el proceso de valoración del instrumento para la toma de datos, los textos e ítems están escritos en inglés y los expertos nativos de cada país lo tradujeron después a su idioma. Los traductores, de este modo, cumplen tres requisitos: saben inglés, son nativos del idioma de llegada y conocen el discurso de la especialidad.

Criterios para el análisis de datos

El análisis de los datos del estudio sobre percepción de los estudiantes hacia la C&T nos permite sacar conclusiones pedagógicas para las siguientes intervenciones o fases del proyecto. Para dicho análisis los ítems se han agrupado en generales (edad, sexo, aspectos culturales (ítems del 1-5) y el resto (ítems 6-23) están clasificados en cuatro categorías, las cuales se distribuyen a su vez en subcategorías, tal como se presenta a continuación. Entre paréntesis se indican los ítems correspondientes a esas dimensiones de análisis.

Percepción de la C&T

- Percepción sobre la utilidad (ítem 9, 14)
- Estereotipos sobre las personas que trabajan en C&T (ítem 15, 16)
- Percepción de las conexiones entre la C&T y otros temas (ítem 20, 21)

Interés sobre la C&T

- Interés por las cuestiones generales (ítem 6)
- Interés hacia temas académicos de C&T (ítem 8, 10)
- Interés en las actividades instrumentales de C&T (ítem 13)

- Interés en las actividades escolares relacionadas con la C&T (ítem 18, 19, 23)

Vocación hacia la C&T

- Vocaciones orientadas a algunas carreras (ítem 11)
- Influencia en la elección de carrera (ítem 12)

Temas instrumentales

- Uso de los medios de comunicación para obtener información sobre C&T (ítem 7)
- Actividades sobre C&T fuera de la escuela (ítem 17)
- Autoevaluación en C&T (ítem 22)

Análisis de los datos

En una primera fase se ha hecho un tratamiento estadístico descriptivo de los datos, estableciendo un sistema de puntuación según el tipo de ítem. El tratamiento cuantitativo mediante parámetros estadísticos está en fase de desarrollo. Los datos se caracterizan por sexo, edades, países y colegios.

Una vez realizado el diagnóstico de las percepciones sobre C&T de la población estudiada, se prosigue con las siguientes fases del proyecto para “Estimular las competencias de Ciencia y Tecnología a través de medios innovadores para la enseñanza y el aprendizaje”. Para ello se diseñarán, implementarán y evaluarán iniciativas innovadoras, continuando con las acciones del proyecto *Stimula*.

ALGUNOS RESULTADOS

En el Anexo de esta comunicación se presentan, a modo de ejemplo, los ítems 8, 12 y 14, cuyos datos corresponden al conjunto de la población estudiada (número de encuestados 1.125 chicas y chicos). El ítem 8 pertenece a la categoría “interés hacia la C&T”; el ítem 12 a la “vocación hacia la C&T” y el ítem 14 se refiere a la “percepción de la C&T”.

Los resultados del ítem 8 nos indican que los estudiantes entre 11 y 13 años tienen un gran interés por la química, la electrónica, la biología y la ingeniería (en este orden según los porcentajes). El 60% se muestran interesados por la física y las matemáticas. Las cuestiones referidas a la industria y la tecnología están bien valoradas. En el tramo siguiente de edad (13 a 15 años) al 72% la Biología les parece interesante y al 52% la Química, descendiendo respecto al tramo anterior de edad. Así también desciende el interés por la Física. La Geología les interesa menos que otras materias en ambos tramos de edad. Entre los 15 y 17 años de nuevo el mayor interés es para la Biología (84%) y para la Química (79%); el 60% se interesan por la Física y las Matemáticas. Manifiestan menos interés por los aspectos tecnológicos o industriales, aunque están por encima del 50%.

En el ítem 12, un 50% de estudiantes entre 11 y 13 años reconocen la influencia de los padres y algo menos la de los profesores (41%). Un 36% de los estudiantes de 13 a 15 años reconocen la influencia de los padres y en los otros casos el porcentaje está por debajo del 18% (influencia de sus amigos). De nuevo la influencia de los padres es reconocida por un 41% de los estudiantes entre 15 a 17 años y un 21 % reconocen la influencia del profesorado.

El ítem 14 pertenece a la categoría de percepción de la C&T. Un 64% del alumnado, entre 11 y 13 años, reconocen que el estudio de la C&T permite comprender mejor el mundo y un 50% señalan que hace la vida más confortable, pero hay muchos indecisos. Dan

importancia al buen uso de la C&T para evitar repercusiones negativas y peligros (67%). Entre los 13 y los 15 años los porcentajes son similares a los anteriores: el buen uso de la C&T (67%), hacer la vida más confortable (66%), comprender el mundo (64%). Destaca un 56% de estudiantes que reconocen la dificultad de estas materias y un 71% afirman que la C&T ayudan a la curación de enfermedades. Los estudiantes de 15 a 17 años tienen una percepción bastante similar a los dos grupos anteriores. Un 74% relacionan la C&T con el bienestar y también con el beneficio a la sociedad.

CONCLUSIONES

La encuesta que se presenta en esta comunicación ha sido aplicada en colegios o escuelas participantes en el proyecto Stimula. Aquí se presenta el proceso seguido para su elaboración y los antecedentes de partida.

De los tres ejemplos (ítems 8, 12 y 14) que se comentan en el análisis de algunos resultados podemos extraer alguna conclusión:

- Ítem 8: (categoría: Interés por asignaturas C&T). El orden de interés de las asignaturas cambia mucho de unos grupos a otros. Esto podría ser útil para adaptar las actividades que se diseñen en el proyecto a contenidos específicos.
- Ítem 12 (categoría: Vocación hacia la C&T). En general, los alumnos perciben escasa influencia, excepto por parte de los padres.
- Ítem 14 (categoría: Percepción de la C&T). En general, los alumnos tienen una visión positiva de la utilidad de la C&T, en particular en relación con la salud y el bienestar.

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.

Acevedo, J.A. (2005). Proyecto ROSE relevancia de la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2(3), 440-447.

Aikenhead, G.S. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. In R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). New York: Routledge Falmer.

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*. Madrid: Ministerio de Educación.

European Commission (2005). Europeans, Science and Technology, Special Eurobarometer 224/EB63.1 Último acceso: 21 de marzo de 2012, desde http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb_special_en.htm

European Commission (2010). Science and Technology, Special Eurobarometer 340/ EB73.1 Último acceso: 21 de marzo de 2012, desde http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb_special_en.htm

FECYT (2009): Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España. Último acceso: 21 de marzo de 2012, desde <http://icono.publicaciones.fecyt.es/contenido.asp?dir=05%29Publi/AA%29Percepcion>

FECYT (2011) Percepción social de la Ciencia y la Tecnología 2010. Último acceso: 21 de marzo de 2012, desde <http://icono.publicaciones.fecyt.es/contenido.asp?dir=05%29Publi/AA%29Percepcion>

Fensham, P. J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. In R. M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships* (pp. 23-25). International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings. Lublin, Poland: Maria Curie-Sklodowska University Press.

OECD (2007). PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Último acceso: 28 de mayo de 2012, desde http://www.oecd.org/document/2/0,3343,en_32252351_32236191_39718850_1_1_1_1,00.html#Vol_1_and_2

Osborne, J. & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus group study. *International Journal of Science Education*. 23 (5), 441-467.

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. Último acceso: 21 de mayo de 2012, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). The ROSE project. Overview and key findings University of Oslo. Último acceso: 28 de mayo de 2012, desde <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>

Fundación Elhuyar (2011). *STIMULA Project* Stimulating Science and Technology competences through innovative means for teaching and learning Último acceso: 28 de mayo de 2012, desde <http://stimula-project.eu/>

UNESCO (1999). Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. Budapest. Último acceso: 28 de mayo de 2012, desde http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm

Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*. Último acceso: 28 de mayo de 2012, desde <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>

Vazquez, A., Acevedo, J.A. & 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) Último acceso: 28 de mayo de 2012, desde http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/art5_vol4_n2.pdf

ANEXO

Cuestionario: Estudio de la percepción hacia la Ciencia y la Tecnología de los estudiantes (el original en inglés se ha traducido al español).

Los datos de cada casilla corresponden a los tres segmentos de edad: 11-13 años; 13-15 años y 15-17 años. En el ítem 8 se presentan horizontalmente y en los ítems 12 y 14 verticalmente (se ha cambiado el criterio de presentación por motivos de espacio en la comunicación).

Ítem 8. Cuál es tu nivel de interés por aprender acerca de estas áreas generales de ciencia y tecnología (marca solamente una casilla en cada área)

	Muy interesado %			Bastante interesado %			No muy interesado %			Desinteresado %			Nulo %		
Biología	29	27	49	45	45	35	19	20	11	5	7	4	2	1	1
Geología	13	13	13	39	35	37	29	36	36	12	14	12	7	1	1
Química	48	21	37	31	37	42	11	27	16	8	13	4	3	1	1
Electrónica	46	28	13	30	33	25	16	27	36	6	10	25	2	0	1
Ingeniería	39	25	13	29	27	26	16	30	35	10	17	24	6	1	1
Matemáticas	29	23	30	36	38	32	20	23	24	12	15	13	3	1	1
Física	32	19	27	30	31	34	23	31	28	10	16	10	5	2	1
Diseño Industrial	36	30	25	32	34	34	19	24	21	10	10	18	3	2	1
Producción industrial	41	22	13	26	33	25	19	28	34	10	15	25	3	2	2

Ítem 12. Cuáles son tus opiniones acerca de las siguientes afirmaciones (marca solamente una casilla en cada afirmación)

	Totalmente de acuerdo %	De acuerdo %	No lo tengo claro %	En desacuerdo %	Totalmente en desacuerdo %	Nulo %
Mis padres/tutores tendrán una gran influencia en la elección de mi carrera	24	26	26	15	7	2
	9	27	24	27	12	0
	9	32	16	28	14	1
Mis otras amistades tendrán una gran influencia en la elección de mi carrera	13	24	30	20	11	2
	3	14	24	37	22	1
	27	12	18	37	31	0
Mis amigos tendrán una gran influencia en la elección de mi carrera	7	22	28	29	12	3
	3	11	19	42	24	1
	0	10	18	41	29	1
Mis profesores tendrán una gran influencia en la elección de mi carrera	15	26	27	17	13	3
	3	15	22	32	27	1
	2	19	27	29	23	0
La gente famosa tendrá una gran influencia en la elección de mi carrera	10	14	25	20	29	2
	3	8	14	33	41	0
	1	7	10	28	53	0

Item 14. Cuáles son tus opiniones acerca de las siguientes afirmaciones (marca solamente una casilla en cada afirmación)

	Totalmente de acuerdo %	De acuerdo %	No lo tengo claro %	En desacuerdo %	Totalmente en desacuerdo %	Nulo %
La ciencia y la tecnología proporcionan las mejores maneras de entender nuestro mundo	24	40	25	8	2	3
	18	46	29	5	2	1
	28	40	23	7	2	0
La ciencia y la tecnología cada vez son más complicadas	12	27	35	17	5	3
	17	39	30	11	2	0
	19	46	23	10	1	2
La ciencia y la tecnología son perjudiciales para nuestra salud	2	4	31	35	24	4
	3	8	27	34	27	1
	1	8	23	39	30	0
La ciencia y la tecnología ayudan a mejorar nuestro medio ambiente	21	31	36	6	2	4
	19	42	29	6	4	0
	19	41	28	8	3	2
La ciencia y la tecnología nos proporcionan un estilo de vida confortable	18	33	37	6	3	4
	28	38	26	5	2	0
	34	39	19	6	1	2
La ciencia y la tecnología me permiten hacer amigos	5	14	30	24	24	3
	5	13	27	31	24	1
	4	16	35	26	19	0
La ciencia y la tecnología deberían ser usadas adecuadamente para evitar peligros	39	28	24	4	1	3
	27	40	25	5	3	0
	27	47	20	4	2	1
La ciencia y la tecnología ayudan a curar las enfermedades	28	30	28	7	4	3
	31	40	22	4	3	0
	43	40	10	3	2	1
La ciencia y la tecnología se interesan por las necesidades de la gente	15	26	47	7	2	3
	12	33	43	8	4	1
	17	39	32	9	1	1
La ciencia y la tecnología son las causantes de una división entre ricos y pobres	7	11	48	21	11	3
	8	19	37	23	13	1
	7	17	33	22	20	1
La ciencia y la tecnología hacen que disfrutemos más de la vida	22	25	35	9	5	4
	15	31	38	10	5	1
	11	37	34	13	4	1
La ciencia y la tecnología presentan serios peligros para el mundo	7	15	44	22	8	4
	8	20	48	16	8	0
	8	20	37	26	8	0
La ciencia y la tecnología son muy beneficiosas para la sociedad	21	32	34	3	3	7
	24	40	28	4	2	1
	26	48	23	2	0	1

¿Qué piensan los estudiantes sobre el bienestar animal?

***Mazas Gil, B., *Fernández Manzanal, R., **María Levrino, G.A.**

**Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza*

***Departamento de Producción Animal y CCAA. Universidad de Zaragoza*

bmazas@unizar.es

RESUMEN

En este estudio, se describe en primer lugar el desarrollo de la elaboración de una escala tipo Likert que mide actitudes hacia el bienestar animal. Dentro del tema, se dividen cuatro categorías que miden en general el bienestar animal, y en particular diferentes puntos de vista que le afectan como son el maltrato animal por desconocimiento y placer, el ocio (toros, caza, peleas, circos...), animales de granja y abandono de animales. El cuestionario ha sido validado con 329 alumnos de edades entre 11 y 25 años, correspondientes a la Educación Secundaria y Universidad. Los análisis realizados muestran una alta fiabilidad interna (α de Cronbach superior a 0,7). El cuestionario es aplicado a 717 estudiantes, en el que se producen diferencias significativas en cuanto al género. La valoración es mejor hacia el bienestar animal por parte de las mujeres, y en general, la categoría relacionadas con la cultura y el ocio con animales es la peor puntuada, y la que trata del maltrato por placer y desconocimiento es la mejor aceptada.

Palabras clave

Bienestar animal, educación, actitudes.

INTRODUCCIÓN

En términos de bienestar animal, la labor educativa es la primera acción tendente a cambiar la perspectiva de un segmento social o de una sociedad, sobre las situaciones anómalas referentes las actitudes que tienen sobre los animales.

Estas acciones educativas estarán dirigidas a la población estudiantil; sin embargo tendrá diferencias de contenido, tiempo, forma y medios según la edad, nivel educativo y particularidades socioculturales de la población susceptible a ser educada en éste ámbito.

Para poder medirlas, se ha elaborado una escala de actitudes hacia el bienestar de los animales. Tras ello, la obtención de resultados, y su posterior análisis hacen del instrumento un potente vehículo transmisor de las opiniones acerca de sus actitudes sobre los animales.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Antecedentes de la investigación

Los individuos están inmersos en una realidad social, su desarrollo personal no puede disociarse del intercambio con ella, su personalidad se va forjando en su participación, en las creencias, actitudes, comportamientos de los grupos a los que pertenece. Esa realidad colectiva consiste en un modo de sentir, comprender y actuar en el mundo y en formas de vida compartidas que se expresan en instituciones y comportamientos regulados. En definitiva, es lo que se concibe como una cultura.

Las actitudes hacia el bienestar animal incluyen tres componentes: cognitivo, afectivo y de comportamiento. (Ajzen, 2001; Reid, 2006; Kind, 2007). El componente cognitivo trata sobre el conocimiento, las creencias, las ideas propias de la persona sobre el bienestar animal. El afectivo se refiere al sentimiento sobre el objeto de estudio, en éste caso el bienestar animal; y el comportamental atañe a la tendencia hacia la acción en materia de bienestar animal.

El bienestar animal es un concepto nuevo en la sociedad actual y de creciente importancia en Europa, desde el punto de vista social, político, ético y científico. Es necesario evitar el sufrimiento de los animales durante las manipulaciones que el hombre haga con ellos y brindarles ambientes confortables de modo que puedan gozar de lo que se ha llamado por la ICFAW (International Coalition for Farm Animal Welfare) las *5 libertades* definidas: libres de hambre y sed; libres de malestar físico y térmico; libres de enfermedad y lesiones; libres para poder expresar un patrón de comportamiento normal y libres de sufrimiento (miedos y angustias).

El objetivo de la elaboración de esta escala es poder interpretar cuales son las actitudes de los alumnos de Secundaria y Universidad actual acerca del bienestar animal, a través de un cuestionario de actitudes (tipo Likert). Que sea un tema de actualidad, que tantas opiniones antagónicas suscita, evidencia la necesidad de desarrollar y experimentar métodos vinculados a la comprensión de actitudes relacionadas con la problemática del bienestar animal.

Otros trabajos como los que referimos a continuación han analizado diversos aspectos relacionados con los sentimientos de las personas hacia los animales, las actitudes o lo que otros autores llaman pensamientos positivos hacia el bienestar animal. Así, en el trabajo de Furnham (2003), aparece un apartado dedicado a los sentimientos. Algunos ítems de los empleados en ese estudio, son comparables a los que hemos utilizado en nuestro trabajo, por ejemplo:

Furnham (2003)	Cuestionario de actitudes Mazas et al. (2012)
¿Piensas que los animales tienen sentimientos?	Los animales sufren, si les pegas les duele.
¿Piensas que los animales deberían tener derechos protegidos por ley?	Es necesario proteger a los animales con leyes.

En el artículo de María Levrino (2006), el género aparece como un elemento clave para el estudio del bienestar animal, siendo las mujeres las que presentan más sensibilización hacia el bienestar animal.

En investigaciones recientes, como la de Phillips et al. (2012), en la que se estudian entre otros aspectos la concienciación hacia el bienestar de los animales entre los estudiantes universitarios, se presentan resultados como que los estudiantes de países europeos tienen mayor concienciación hacia el bienestar animal que los de países asiáticos. Dentro de los europeos, se hace referencia a que en los países escandinavos hay más pensamientos positivos hacia el bienestar animal que entre los países mediterráneos.

ELABORACIÓN DEL CUESTIONARIO

En primer lugar, se establecieron inicialmente 60 ítems distribuidos en 5 categorías o apartados. Siguiendo la recomendación de Misiti et al. (1991)-que establece que el número de apartados tiene que estar entre 4 y 5- se diferenciaban las categorías siguientes: maltrato animal por placer, maltrato por desconocimiento, ocio (toros, circo, caza, peleas de animales, etc.), animales de granja, abandono de animales.

Nunnally (1978) establece un número de 40 ítems o más como punto de partida para acabar reteniendo la mayor cantidad de ítems para la escala definitiva.

Los 60 ítems fueron redactados de tal forma que cada uno de ellos está definido en cuanto a componente de actitud (cognitivo, conductual o de comportamiento y afectivo). Así mismo, los ítems gozan de la llamada posición favorable o desfavorable respecto al objeto de estudio (bienestar animal), debido a que esta redacción bipolar (en dirección positiva y negativa) tiene ventajas, como la definición previa más matizada del constructo, mayor atención por parte de quien responde, verificación de las contradicciones sistémicas y comprobación de que no existe aquiescencia o tendencia a mostrar acuerdo con cualquier afirmación (Morales et al., 2003).

Ambos parámetros están distribuidos en equilibrio en la escala.

De la misma manera, se encuentran repartidos en el cuestionario los ítems con distinta clasificación tanto cognitiva, conductual y afectiva como favorables o desfavorables, para evitar que el alumno conteste más a la llamada “deseabilidad social” que a su propia opinión. Para presentar una imagen socialmente deseable, en ocasiones, los alumnos tratan de contestar lo que el encuestador o la sociedad considera correcto, sin plasmar realmente su opinión. Tal situación de “deseabilidad social” es lo que se intenta evitar con este tipo de cuestionarios.

El modo de respuesta más habitual en las escalas de actitudes suele expresar grado de acuerdo con el contenido del ítem. (Morales, 2003). En este caso, se señalaron en el cuestionario cinco respuestas posibles: “muy de acuerdo”, “de acuerdo”, “indiferente”, “en desacuerdo”, “muy en desacuerdo”.

Además de los ítems, en el cuestionario se recogieron otros datos de interés estadístico para el análisis posterior como son: edad, género, procedencia rural o urbana, nacionalidad, Centro y curso donde se recogió la muestra. Como señalan Morales et al. (2003), estos datos servirán para describir la muestra y para hacer análisis adicionales.

Para el primer proceso de validación, para realizar el proceso de muestreo, se acudió a dos centros de Educación Secundaria de Zaragoza: IES “José Manuel Blecua” e IES

“Virgen del Pilar”, y a dos centros universitarios Facultades de Educación y de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza.

El total de la muestra para probar la validez y fiabilidad del cuestionario es de 329 alumnos. Se considera un número apropiado cuando la muestra es cinco veces superior al nº de ítems iniciales. (Morales, 2000). Los estudiantes que participan como muestra en el estudio, tienen edades comprendidas entre 12 y 25 años, siendo la media de 17,13 años.

Para proceder al análisis de la validez y de fiabilidad de la escala, se utilizó en primer término la correlación ítem-total, o más concretamente la correlación ítem-total corregida (es la correlación de cada ítem con el total menos el ítem en cuestión). Los ítems con una mayor correlación con el total son los que tienen más en común y por tanto podemos pensar que miden lo mismo que los demás. Los ítems con correlaciones muy bajas con respecto a otros ítems, se han eliminado de la escala. De esta forma, se va reduciendo el número de ítems quedando solamente aquellos que tienen una alta correlación entre sí; en este caso, valores de correlación entre 0,35-0,62. Asimismo, se calculó la fiabilidad de la escala mediante el coeficiente α de Cronbach, obteniendo un valor de 0.90.

El siguiente paso para refinar el número total de ítems fue hacer un análisis factorial de factores rotados. Éste análisis siempre aporta información de interés para apreciar la naturaleza del constructo, examinando cómo tienden a agruparse las variables en subconjuntos coherentes: el dato estadístico debe corresponder al análisis conceptual (Fernández Manzanal et al, 2007).

Para realizar el estudio de los factores rotados, se estudiaron los ítems que caen en cada factor, quedando al final cuatro categorías principales que son las siguientes: categoría uno: maltrato animal por placer y maltrato por desconocimiento, categoría dos referente al ocio (toros, circo, caza, peleas de animales, etc.), categoría tres: animales de granja, y categoría cuatro: abandono de animales.

De los 34 ítems con los que se ha hecho el estudio de factores rotados, hay un proceso de eliminación de aquellos que no encajan en el factor correspondiente a la categoría debido al desinterés que produce el enunciado o por estar expresado de tal forma que induce a distinta interpretación. Este análisis se realizó mediante entrevistas a alumnos y alumnos de ambos niveles educativos. De ésta manera, la escala definitiva queda con 29 ítems. (Se presentara en el Congreso).

RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

Una vez obtenida la validación se ha procedido en este trabajo al análisis de la actitud hacia el bienestar animal utilizando como instrumento el cuestionario elaborado y tomando una muestra de 717 alumnos de Educación Secundaria, Bachillerato y Universidad. Con esta población se han realizado diferentes análisis (procedencia rural o urbana, país de origen, edad, localidad, género). Uno de estos estudios queda recogido en la tabla 1. En esta población, en la que se comparan los resultados entre alumnos y alumnas se muestran diferencias significativas al menos al 95%, entre chicos y chicas en todas las categorías de la escala.

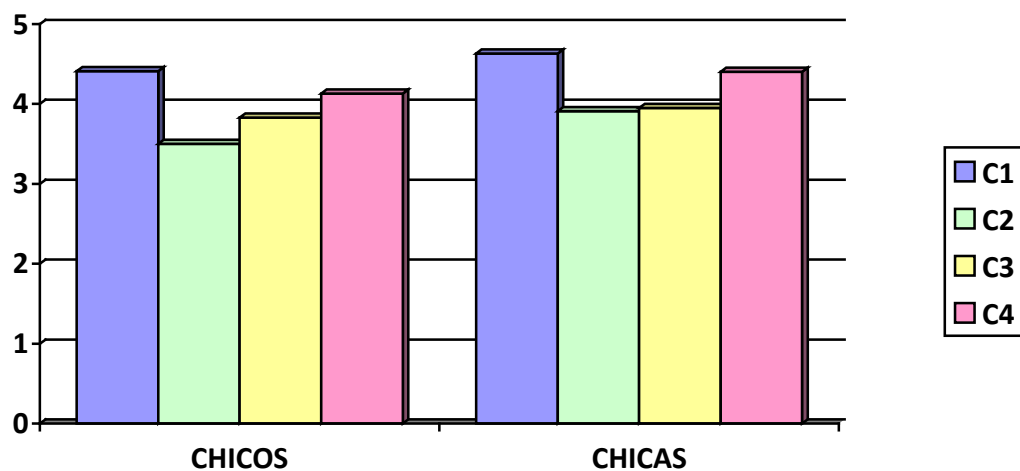
Tabla 1.

		N	Media	Desviación típica	F	Sig.	Eta cuadrado
C1	Chicos	256	4,41	0,47	47,216	0,000**	0,062
	Chicas	461	4,63	0,36			
C2	Chicos	256	3,50	0,89	48,311	0,000**	0,063
	Chicas	461	3,91	0,68			
C3	Chicos	256	3,83	0,53	9,332	0,002*	0,013
	Chicas	461	3,95	0,47			
C4	Chicos	256	4,13	0,56	42,697	0,000**	0,056
	Chicas	461	4,40	0,48			

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$

En la tabla 1, C1, C2, C3 y C4 aparecen las cuatro categorías anteriormente descritas.

Figura 1. Medias de las categorías.



Observando la Figura 1, advertimos que la categoría con peor valoración para el bienestar animal es la C2, es decir, la que corresponde al uso de los animales en espectáculos como por ejemplo la tradición de los toros (toros, corre-bous, vaquillas...), la caza como deporte, el circo con animales, las peleas de perros, gallos... Esta categoría puntúa bajo tanto en chicos como en chicas, pero la valoración en todos los casos es peor en el género masculino.

Sin embargo, la categoría mejor estimada en este caso, mejor también en las mujeres, es la categoría uno referente al “maltrato por placer y por desconocimiento”, es decir, en ocasiones en las que la persona maltrata a un animal porque le produce satisfacción propia, o en otros casos porque se desconoce que esa conducta produce sufrimiento al animal en cuestión.

Analizando más datos de la tabla 1, el *eta cuadrado* muestra que en la categoría 1, el 6,3% de la diferencia significativa es producida por el sexo, sin embargo en la categoría 3, referida a los animales de granja solamente esta explicada en un 1,3%.

Para profundizar en los ítems se presenta la Figura 2, en la que se pueden observar las medias de los mismos. Los ítems mejor valorados son los ítems i1, i2, i16, i20, i24.

En ese caso los dos primeros corresponden a la C1 el i16 y el i20 pertenecen a la categoría de animales de granja, C4, e i24 a la categoría 5, sobre abandono de animales.

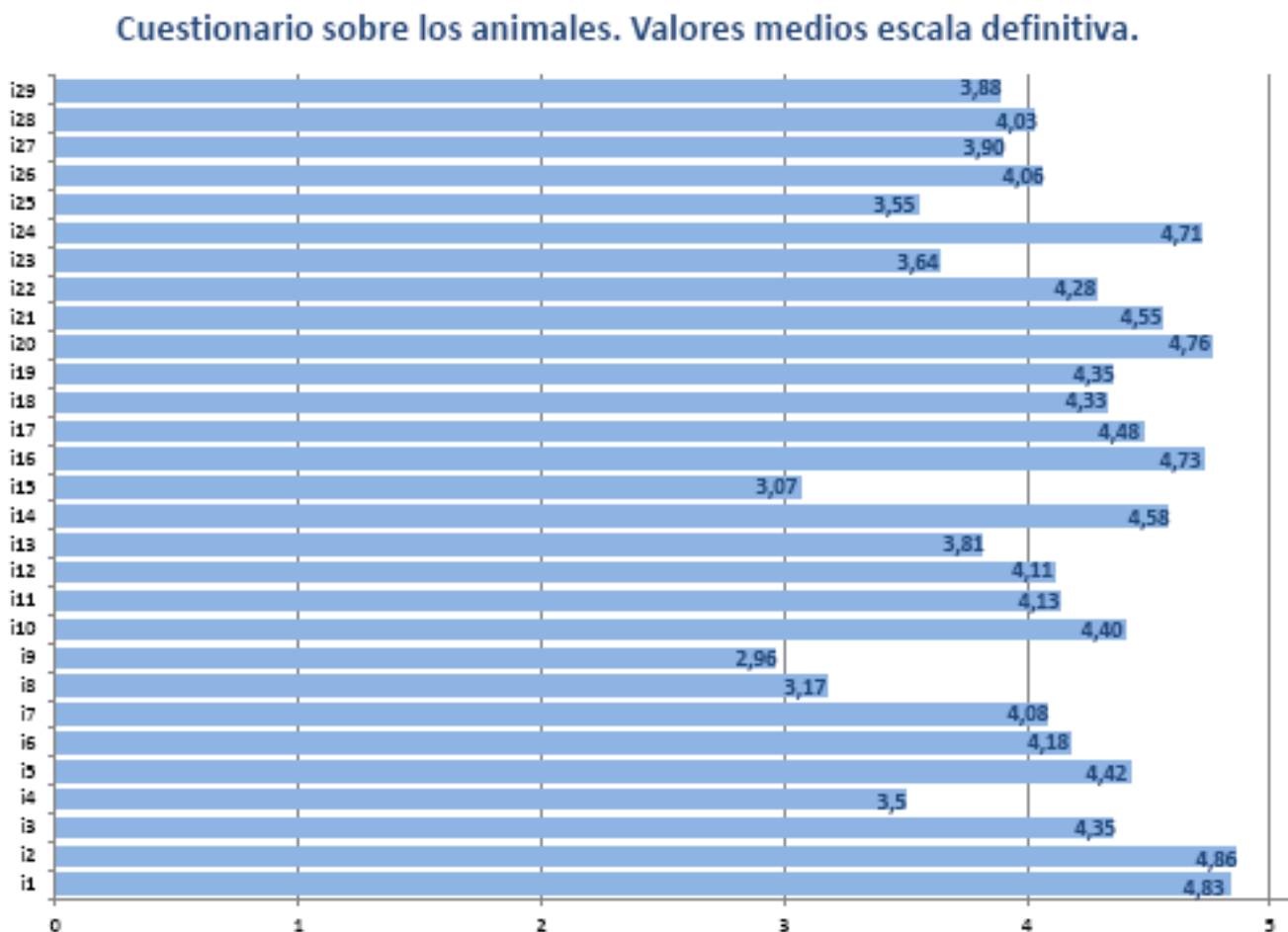
En estos ítems, los alumnos tienen puntuaciones muy altas, entre 4-5, por lo que se puede extraer que están muy concienciados en el enunciado correspondiente.

Sin embargo, los ítems con peor valoración por parte de los alumnos son el i8, i9 e i15.

Se puede extraer, tras observar el valor de las medias, que en las categorías de ocio (i8, i15), y en la de animales de granja (i9), los alumnos tienen peores valoraciones en general, como se comentó anteriormente, y en particular como se observa en estos ítems.

De estos resultados derivarán las recomendaciones educativas a las que arriba hacíamos referencia.

Figura 2. Grafico medias de los ítems



CONCLUSIONES

El nivel de conciencia sobre el bienestar animal por parte de los alumnos de Secundaria varía en función de la subcategoría que se trate. Por ejemplo en relación a la utilización de animales en festejos, tradiciones, etc., los alumnos no muestran una actitud favorable hacia el bienestar animal. Lo mismo ocurre con los animales de consumo o de granja. En este aspecto, la conclusión de nuestro trabajo es coincidente con la expresada por María Levrino (2006) en el trabajo anteriormente citado.

Sin embargo, cuando se piensa en animales como mascotas el nivel de implicación para el bienestar animal o la percepción del sufrimiento del mismo, es mayor.

También se han mostrado en este trabajo diferencias significativas hacia el bienestar animal entre las alumnas y alumnos. Estas diferencias son siempre favorables a las alumnas en todos aspectos que definen la escala. En este sentido, de nuevo se muestra el acuerdo con el estudio de María Levrino anteriormente citado.

Los ítems mejor valorados de la escala de actitudes coinciden con los resultados obtenidos por Furham (2003) en aquellos enunciados coincidentes arriba comentados.

En cuanto a la procedencia de los estudiantes y la posible comparación entre unas comunidades y otras, es probable que se encuentren diferencias como presentan Phillips et al. (2012). Esta vía, que ya hemos abierto en nuestra investigación, nos permitirá comparar los resultados de la aplicación de esta escala entre unos y otros países de la Comunidad Europea.

BIBLIOGRAFÍA

AJZEN, I. (2001). Nature and operation of attitudes. *Annual Review Psychology*, 52, 27-58.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (FAWC). *Five freedoms*. <http://www.fawc.co.uk/freedoms.htm>

FERNÁNDEZ MANZANAL, R., RODRÍGUEZ-BARREIRO, L. M., y CARRASQUER J. (2007) Evaluation of environmental attitudes. Analysis and results of a scale applied to university students. *Science Education* 91: 988-1009.

FURHAM, A.; McMANUS C.; SCOTT, D. (2003). Personality, empathy and attitudes to animal welfare. *Anthrozoös*, 16 (2).

KIND, PER, JONES, KAREN AND BARMBY, PARTICK (2007). Developing attitudes towards Science Measures, *International Journal of Science Education*, 29:7, 871-893.

MARIA LEVRINO, G.A. (2006). Public perception of farm animal welfare in Spain. *Livestock Science* 103, 250-256.

MISITI, F.L., Jr., SHRIGLEY, R.L. y HANSON, L. (1991). Science attitude scale for middle school students. *Science Education*, 75(5), 525-540.

MORALES VALLEJO, P., UROSA SANZ, B., BLANCO, A. (2003). *Construcción de escalas de actitudes tipo Likert*. Madrid: Ed. La Muralla.

MORALES VALLEJO, P. (2000): *Medición de actitudes en Psicología y Educación, construcción de escalas y problemas metodológicos*, segunda edición revisada, Madrid, Universidad Pontificia Comillas.

NUNNALLY, JUM C. (1978). *Psychometric Theory*, Second Ed., New York, McGraw-Hill.

PHILLIPS, CJC., IZMIRLI, S., ALDAVOOD, SJ.; ALONSO, M.; CHOE, BI., HANLON, A.; HANDZISKA, A.; ILLMANN, G.; KEELING, L.; KENNEDY, M.; LEE, GH.; LUND, V.; MEJDELL, C.; PELAGIC, VR.; REHN, T. (2012): Students' attitudes to animal welfare and rights in Europe and Asia. *Animal Welfare* 2012, 21:87-100.

REID, N. (2006). Thoughts on attitude measurement. *Research in Science & Technological Education*, 24 (1), 3-27.

Humanizando las ciencias: un aprendizaje para la vida a través de una Perspectiva Patrimonial Integral

Morón, H., Wamba, A.M y De las Heras, M^aA.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales, Experimentales, Matemáticas y Filosofía.
Universidad de Huelva.*

hortensia.moron@ddcc.uhu.es

RESUMEN

En este trabajo¹ presentamos un marco conceptual en torno al patrimonio y su didáctica desde de un nuevo enfoque interdisciplinar y sistémico. Para entender esta nueva conceptualización del patrimonio, desde un enfoque interdisciplinar, partimos del concepto de medioambiente. Ambos conceptos comparten una misma dimensión sistémica. El patrimonio desde esta concepción sistémica posee una serie de atributos o características que permiten mejorar los procesos enseñanza-aprendizaje si se les da el tratamiento específico y necesario. En este sentido, el patrimonio contribuye a mejorar la enseñanza de las ciencias a través de la humanización de los conocimientos científicos; elemento clave para una alfabetización científica ciudadana y un aprendizaje para la vida. Por lo que examinamos las diferentes características del patrimonio desde su dimensión sistémica y la manera en la que contribuyen a la humanización de los conocimientos científicos.

Palabras clave

Perspectiva patrimonial integral, humanizar ciencias, aprendizaje para la vida, ciencias experimentales y naturaleza de las ciencias.

INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que uno de los problemas actuales con los que se enfrenta la educación y concretamente los docentes, es la escasa motivación de los alumnos tanto de educación primaria como de secundaria y bachillerato. Esta falta de interés se hace más patente en las asignaturas de ciencias o de contenido científico, en niveles educativos como la secundaria obligatoria donde se empiezan a trabajar con conceptos científicos más abstractos y complejos que requieren una mayor capacidad de síntesis, de análisis y de visión integral y sistémica de los procesos físico-químicos de la naturaleza.

También nos encontramos cada vez más con que los nuevos currículos educativos recogen e intentan fomentar una enseñanza y aprendizaje desde una visión más sistémica y holística que contemple e integre la interdisciplinariedad, de forma que permita alcanzar la alfabetización científica del alumnado y un aprendizaje para la vida como futuros ciudadanos de nuestra sociedad. En este sentido, nos encontramos con el informe PISA² (Programme for International Student Assessment), los proyectos desarrollados por la Asociación para las ciencias de la educación (ASE)³ en los 80 como son el proyecto SISCON (Science and Technology in a Social Context) y más tarde con el proyecto SATIS (Science and Technology in Society), en los que se enfatiza la

importancia de enseñar las Ciencias Experimentales desde una visión más humanizada, social y cultural a través de un contexto socio-cultural.

Estos dos panoramas ponen de relieve la necesidad de humanizar las ciencias para adquirir una visión más integral, más plural y más sistémica de las mismas. Por lo que nos cabe preguntar qué entendemos por humanizar las ciencias y cómo lo podemos hacer. La bibliografía revisada nos muestra diferentes enfoques o “caminos” para poder humanizar las ciencias; desde la naturaleza de las ciencias (Clough, 2009), desde el uso de temáticas socio-científicas (Salder, 2009), a partir del desarrollo de la empatía y la cultura de la ciencia (Güney and Seker, 2012), entre otros. Todos estos caminos persiguen una misma finalidad: dotar a los contenidos científicos de significado personal para los alumnos a partir de un contexto de carácter socio-cultural para mejorar el aprendizaje y así humanizar las ciencias. Por lo que humanizar las ciencias, trabajar desde la naturaleza de las mismas, próximo a su historia y filosofía, desde un enfoque interdisciplinar y sistémico, como apunta Kuhn (1977), favorece relaciones de la ciencia más humanas e interesantes, donde se concibe el conocimiento científico como “resultado de una actividad llevada a cabo en un contexto por personas que piensan y sienten de forma humana” (Izquierdo et al, 2008).

En este sentido, la enseñanza del patrimonio puede ser otro camino que nos lleve a proporcionar un contexto a los contenidos científicos. Así desde el área de la Ciencias Sociales Pluckrose (1993) sugiere contextualizar los contenidos históricos a través de referentes patrimoniales; en la misma línea, Aramburo (2000) destaca la importancia del patrimonio como estructurador del conocimiento y Cuenca y Domínguez (2000) subrayan la importancia del patrimonio como facilitador de procesos de enseñanza aprendizaje (E/A).

Sin embargo, no siempre que trabajemos con el patrimonio implica mejorar los procesos E/A o lo que es lo mismo, proporcionar un contexto. Depende de la concepción del patrimonio que se promueva y por tanto de su perspectiva, la que nos ayuda en este caso a mejorar la enseñanza de las ciencias, como veremos a continuación.

Por lo que en el presente artículo nos centramos en definir una perspectiva patrimonial como referencia o deseable desde la que nos permita humanizar las ciencias y por lo tanto contribuir a la promoción de ciudadanos competentes y críticos ante los problemas y situaciones de la vida real y diaria.

¿CÓMO HUMANIZAR LAS CIENCIAS?

Una nueva concepción del patrimonio: un antes y un ahora

Diariamente convivimos con elementos patrimoniales y sin embargo, su conceptualización es de gran abstracción para su enseñanza y difusión, sobre todo el que tiene carácter inmaterial. Esto se debe en gran medida a su propia complejidad y diversidad, que además depende de la percepción que posee cada individuo en función a factores, como el sexo, la edad, el conocimiento, aspectos culturales, etc., siendo por tanto bastante subjetivo (Morón y Wamba, 2008).

En este sentido, antes de hablar del patrimonio y su potencialidad didáctica, hay que tener presente las diferentes concepciones entorno al patrimonio; así durante mucho tiempo el concepto de patrimonio se vinculaba casi exclusivamente a la evidencia material, a elementos, objetos de valor temporal, de belleza única, excepcionalidad o reconocido prestigio. Este patrimonio era asignado por la nación o un pequeño grupo restringido, asociado a bienes materiales y preservado por las clases más favorables que

imponen su herencia a todo al conjunto social (García, 2009). Es por tanto un patrimonio que no es fruto del reconocimiento social y que posee escasa identidad para la ciudadanía. Esta concepción clásica de patrimonio se refleja de cara a su enseñanza en una perspectiva patrimonial que posee las siguientes características: promueve una visión unidisciplinar del patrimonio concretamente desde la Historia del Arte, el museo muestra e informa, se promueve una enseñanza academicista centrada en el objeto patrimonial, el estudiante o población no es agente activo en la conservación del mismo, ni en los procesos de E/A. Además, estos elementos patrimoniales al no ser asignados por una población o cultura no son cercanos a ella, no poseen valor identitario para la misma, ni por tanto significatividad en sus vidas y en su contexto.

Sin embargo, ante esta perspectiva del patrimonio tradicional y poco significativa para el alumno, hoy se amplía de manera que abarca todo lo que haga referencia al ser humano y a la naturaleza, al tiempo y al espacio y a los diversos acontecimientos de la vida; naciendo así una nueva concepción del patrimonio más amplia, más plural, más rica en matices, a la que desde un enfoque educativo se están realizando interesantes aportaciones nacionales como las de las universidades de Barcelona (Prats, 1999; Hernández Cardona, 2004), de Oviedo (Fontal, 2003; Calaf y Fontal, 2006), de Sevilla (Ávila, 2003; Sancho y Sousa, 2003), del País Vasco (Guisasola y Morentín, 2007), de la Universidad de Huelva (Cuenca, 2004; Wamba y Jiménez Pérez, 2005; Wamba, Jiménez Pérez y Cuenca, 2006; Wamba, Aguaded y Jiménez Pérez, 2006; Estepa *et al*, 2011; Jiménez Pérez *et al*, 2009), etc; o a escala internacional, como las de la Universidad de Bolonia (Matozzi, 2001) y la IUFM de Lyon en Francia (Tutiaux-Guillon, 2003) entre otras.

El patrimonio integral como sistema y su relación con el medio ambiente

El patrimonio y la perspectiva patrimonial que intentamos definir desde el ámbito educativo, parten de una dimensión sistémica basada en la concepción de medio ambiente como sistema complejo configurado por elementos e interacciones.

En relación al medio ambiente y su acepción inicial (Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano, Estocolmo, 1972) como “conjunto de elementos que pueden causar efectos sobre los seres vivos”, ha ido variando en el tiempo y evolucionando hacia una noción más integral e interdisciplinar, abarcando otras temáticas desde diferentes disciplinas. En este sentido, el medio ambiente va asociado al concepto de sistema, entendido como un conjunto en el que unos elementos actúan sobre otros, valorando fundamentalmente el comportamiento global, no la suma de las partes, ya que de las interacciones entre las mismas surgen propiedades emergentes, que están ausentes en su estudio por separado. En definitiva (Fig.1), se entiende como medio ambiente: “*el conjunto de dos sistemas básicos, Sistema Natural y Sistema Humano o Antrópico, relacionados a través de flujos de materia y energía y de cuyo equilibrio o desequilibrio derivan el desarrollo sostenible o los problemas ambientales respectivamente*” (Morón y Wamba, 2010, p.3)

En relación a la conceptualización de patrimonio, al igual que la de medioambiente, ésta ha ido evolucionando desde concepciones del patrimonio más restringidas y clásicas como conjunto de diferentes elementos o bienes patrimoniales (diferentes tipologías patrimoniales) y sin relación a una visión del patrimonio más holística y sistémica. Desde esta última perspectiva sistémica y holística, partimos de definiciones como la de Estepa y Cuenca (2006), que reconocen y definen diferentes tipologías patrimoniales (etnológica, histórica-artística, natural y científico-tecnológico). Estepa *et al* (2011) recoge estas tipologías y su interacción bajo el término de *patrimonio cultural* donde se

reconoce el patrimonio natural como otra tipología más englobada dentro de este patrimonio cultural.

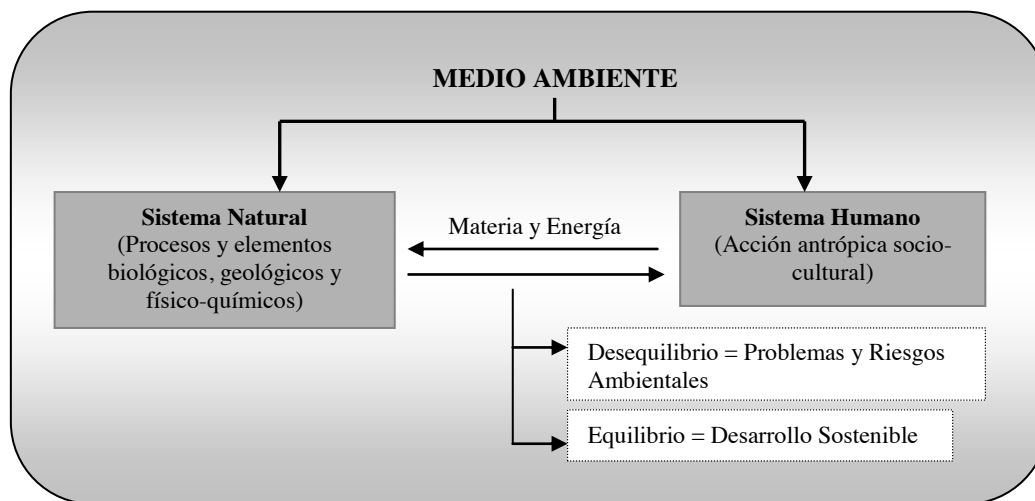


Figura 1: El medio ambiente como sistema (Morón y Wamba, 2010)

Finalmente a partir del concepto de medio ambiente anterior y en la línea que señala Mattozi (2001), asumiendo la dimensión sistémica del patrimonio establecemos el concepto de *patrimonio integral* como aquel sistema complejo configurado por la interacción de diferentes tipologías patrimoniales difícil de entender como partes aisladas (patrimonio histórico-artístico, etnológico, científico-tecnológico y ambiental) y de su interacción surgen propiedades emergentes simbólico-identitarias a partir de una población o cultura que interviene como agente activo en su construcción y defensa (Fig.2).

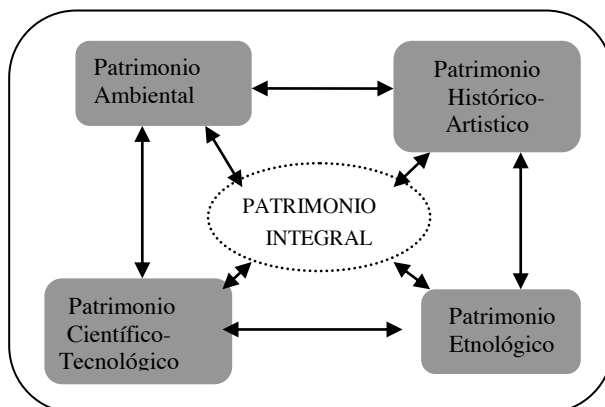


Figura 2: El patrimonio integral como sistema resultado de la interacción de las diferentes tipologías patrimoniales

Esta nueva concepción del patrimonio que hemos definido como integral ya no habla de patrimonio natural sino de ambiental (atendiendo al concepto de medioambiente anterior) y hace énfasis en la construcción del patrimonio desde una sociedad o una cultura común que otorgue significatividad al elemento patrimonial (material o inmaterial). En este sentido, el patrimonio tiene unos valores determinados y unas características que son la expresión de una cultura, y cuando éstos cobran sentido para una cultura o sociedad se convierten en elementos configuradores de su identidad (Aranda, A. *et al* 2010). Por lo que no hay patrimonio si no existe un colectivo que se reconozca con él, que se defina, que se identifique (Fernández, 2005, p.14).

Enseñar ciencias desde una Perspectiva Patrimonial Integral.

Desde nuestra perspectiva, como ya anunciábamos en la introducción, el patrimonio integral se convierte en una concepción deseable para trabajar las ciencias de forma humanizada. En la misma línea, Seker (2007) sugiere que para humanizar las ciencias a través de la introducción de la historia de la ciencia, es necesario que ésta vaya acompañada de los conocimientos pedagógicos. Este mismo autor también señala que alcanzar dicha conexión de conocimientos pedagógicos con la historia de la ciencia, es un proceso didáctico que implica la consecución progresiva de diferentes niveles de conexión hasta alcanzar la integración de ambos conocimientos. En este sentido, trabajar con el patrimonio de forma significativa para el alumno que, además nos permita humanizar el conocimiento científico es también un proceso didáctico. En este sentido, nuestro nivel de referencia a alcanzar es la Perspectiva Patrimonial Integral (PPI). Ello implica que existirán otros niveles intermedios, partiendo de un nivel inicial y de menor implicación didáctica como es la perspectiva patrimonial clásica que ya describimos anteriormente.

Esta PPI que intentamos de alcanzar, permite humanizar las ciencias lo que supone dar significado personal a los conocimientos científicos tal y como apunta Cooper (2003). Para Cooper la introducción de temas humanísticos implica proporcionar un significado útil y cercano para los estudiantes. Así, el patrimonio que nosotros intentamos de promover a través de esta PPI posee una serie de atributos o características que proporcionan significado a los contenidos científicos para los alumnos. Estos atributos o características hay que buscarlos en el propio concepto de patrimonio integral.

El *contexto socio-cultural* y el *espacio-temporal* son dos grandes atributos que el patrimonio proporciona a los conocimientos científicos. Este contexto permite establecer relaciones o *conexiones* entre el conocimiento y el alumnado. Estas conexiones surgirán desde la vivencia, desde la cercanía y los intereses del alumnado. Además, el patrimonio no solo permite establecer conexiones socio-culturales y espacio-temporales sino que conecta con otros tipos de contenidos (conceptuales, actitudinales y procedimentales). Por lo tanto, otro atributo patrimonial sería la *participación* del alumnado en la construcción de su conocimiento, tal como sugiere Canclini (1997); que el patrimonio es un espacio para la “complicidad social” y construcción de significados (García, 2009) y donde la sociedad reflexiona acerca del papel de los bienes patrimoniales en nuestra vida y sobre la identidad que aportan a la sociedad.

Finalmente, el último atributo patrimonial que emerge como consecuencia de los otros anteriores es la *identidad* personal que los alumnos proporcionan a los conocimientos. Los alumnos a partir de intereses particulares, conocimientos cercanos, vivencias y otros aspectos relevantes y útiles para ellos construyen el conocimiento científico por lo cual le otorgan a éste un nuevo valor, un valor simbólico-identitario. Este último atributo emerge cuando los alumnos a través de un contexto útil y significativo construyen un conocimiento que valoran como algo propio, como un legado que debe conservarse. Es este nuevo valor de pertenencia e identidad el que favorece la E/A de los conocimientos científicos. Todo esto nos permite trabajar con el patrimonio en tres grandes dimensiones: como objeto, como recurso y como finalidad. En definitiva, como un fin que debe integrarse en el proceso educativo (Wilson, 2007) por su relevancia ya no solo para alfabetización científica, sino también para desarrollar programas de educación ambiental, de educación para la ciudadanía (Estepa, Wamba y Jiménez, 2005) y en definitiva para contribuir a un aprendizaje para la vida.

IMPLICACIONES Y REPERCUSIONES

La PPI que plateamos, pretende “romper” las barreras disciplinares, al ser trabajado desde una perspectiva interdisciplinar, holística y sistémica. Esta PPI permite humanizar al conocimiento científico al dotarle de un contexto (socio-cultural y espacio-temporal) que cobra un valor para el alumno (simbólico-identitario) cuando se establecen conexiones y vínculos entre el conocimiento y el individuo.

Trabajar desde una PPI, es trabajar teniendo presente los cambios en la ciencia, su evolución y en definitiva su dimensión social-ciudadana. Estos principios o características son los mismos que los que promueven la naturaleza de las ciencias, la historia y filosofía de la ciencia o cuando hablamos de trabajar desde la ciencia-tecnología-sociedad. Por lo que, diferente terminología persigue desde diferentes caminos humanizar las ciencias y contribuir así a una alfabetización científica.

En síntesis, es trabajar a través de los referentes patrimoniales los cuales pueden potenciar el conocimiento reflexivo y crítico del medio socio-natural, independientemente de que ello conlleve objetivos relacionados con la propia conservación y valoración del patrimonio, así como con el propio conocimiento de dichos referentes y sus procedimientos de análisis e investigación que nunca han de confundirse con el fin último de este proceso educativo.

Con esta última idea se deja también abierto un abanico de posibilidades; así, la PPI no solo nos permitirá proporcionar un contexto al conocimiento científico relacionado con asignaturas como la Biología, Geología o la Física y la Química sino que proporcionando el tratamiento adecuado se puede trabajar desde otras asignaturas como la Geografía, la Lenguas (española o extranjera), e incluso las Matemáticas y otras asignaturas con menor afinidad al patrimonio. Esto sugiere que la PPI puede llegar a ser una herramienta didáctica versátil que proporcione significatividad a los conocimientos de cualquier área que se quiere trabajar a partir del tratamiento específico y adecuado de los atributos del patrimonio.

BIBLIOGRAFÍA

Aramburu, F. (2000) Transversalizar el currículum de Ciencias Sociales en la formación del profesorado. En J. Pagès, J. Estepa y G. Travé (eds.) *Modelos, contenidos y experiencias en la formación del profesorado de Ciencias Sociales*. U. Huelva, Huelva. 141-149.

Aranda, A., Del Pino, M. y Montes, F. (2010). Los aspectos patrimoniales en la educación primaria en la nueva reforma educativa en Andalucía (España). *Revista Iberoamericana de Educación*, 52, (1), 1-11.

Ávila, R.M. (2003). Dificultades, obstáculos y necesidades formativas de la enseñanza y el aprendizaje del patrimonio histórico-artístico. En: E. Ballesteros *et al.* (Coord.): *El Patrimonio en la Didáctica de las Ciencias Sociales*. Cuenca: U. Castilla La Mancha, 165-178.

Calaf, R. y Fontal, O. (2006) *Miradas al Patrimonio*. Gijón: Trea

Clough, M. (2009). Humanizing science to improve post-secondary science education. *International History, Philosophy and Science teaching Conference*. University of Notre Dame, June, 24-28.

- Cooper, E (2003). *Meaning*. London: Aumen
- Cuenca, J.M. y Domínguez, C. (2000) Un planteamiento socio-histórico para Educación Infantil. El patrimonio como fuente para el trabajo de contenidos temporales. *Iber*, 23. 113-123.
- Cuenca, J.M. (2004): *El patrimonio en la didáctica de las Ciencias Sociales. Análisis de concepciones, dificultades y obstáculos para su integración en la enseñanza obligatoria*. Universidad de Michigan. <http://wwwlib.umi.com/cr/uhu/fullcit?p3126904>
- Estepa, J.; Ferreras, M.; López, I. y Morón, H. (2011). Análisis del patrimonio presente en los libros de texto: obstáculos, dificultades y propuestas. *Rev. de Educación*, 355, 573-588.
- Estepa, J. y Cuenca, J.M. (2006). La mirada de los maestros, profesores y gestores del patrimonio. Investigación sobre concepciones acerca del patrimonio y su didáctica. En R. Calaf y O. Fontal (coords.). *Miradas al patrimonio*. Oviedo. Trea, 51-71.
- Estepa, J; Wamba, A.M y Jiménez, R. (2005): Fundamentos para una enseñanza y difusión del patrimonio desde una perspectiva integradora de las ciencias sociales y experimentales. *Investigación en la Escuela*, 56. 19-26.
- Fernández Salinas, V. (2005) Finalidades del patrimonio en la educación. El patrimonio: una visión integrada de la educación. *Revista Investigación en la Escuela*. 56, 7-18.
- Fontal, O. (2003). *La educación patrimonial. Teoría y práctica para el aula, el museo e Internet*. Gijón: Trea.
- García Canclini N. (1997). El patrimonio cultural de México y la construcción imaginaria de lo nacional. En E. Florescano (Org.) *El patrimonio Nacional de México (1)*. Biblioteca Mexicana. México, DF: Fondo de Cultura Económica.
- García Z. (2009). Como acercar los bienes patrimoniales a los ciudadanos? Educación Patrimonial, un campo emergente en la gestión del patrimonio. PASOS; *Revista de turismo y patrimonio cultural*, 7(2), 271-280.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007) ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencia en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones, *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), 401-414.
- Güney B. and Seker, H. (2012). The use of History of Science as a cultural tool to promote students' empathy with the culture of science. *Educational Science. Theory & Practice* 12 (1). 533-539. Educacional Consultancy and Research Centre.
- Izquierdo, M.; Vallverdu, J.; Quintanilla, M. y Merino, C. (2008). Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias II. *Alambique*, 48, 78-91
- Jiménez Pérez, R.; Cuenca, J.M. y Ferreras, M. (2010). Heritage education: exploring the conceptions of teachers and administrators from the perspective of experimental and social science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 26(6), 1319-1331.
- Kuhn, T. (1977), The Relations between the History and the Philosophy of Science. In his *The Essential Tension*, Chicago: University of Chicago Press: 3-20.
- Mattozzi, I (2001). La didáctica de los bienes culturales. A la búsqueda de una definición. En J. Estepa, C. Domínguez y J. M. Cuenca (Edits). *Museo y Patrimonio en la Didáctica de las Ciencias Sociales*. Huelva: Universidad de Huelva, 57-96.

- Morón, H. y Wamba, A.M. (2008). La importancia de la percepción de los riesgos ambientales en la formación inicial del profesorado. *Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería. Editorial Univ. de Almería.
- Morón, H. y Wamba, A. M. (2010). La Percepción sobre los Riesgos Ambientales como Indicador de los Obstáculos y Dificultades para la Construcción de un Concepto de Medio Ambiente Responsable. *Revista Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 13 (4). 1-24.
- Pluckrose, H. (1993) *Enseñanza y aprendizaje de la Historia*. M.E.C.-Morata, Madrid
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis
- Sadler, T. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sancho, F. y Sousa, A. (2003) *Bases y criterios para la declaración de monumentos naturales de Andalucía*, Sevilla: Dirección General de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales.
- Şeker, H. (2007). Levels of connecting pedagogical content knowledge with pedagogical knowledge of history of science Proceedings of the *Ninth International History, Philosophy, and Science Teaching Conference*. Calgary, Canada
- Tutiaux-Guillon, N (2003). Los fundamentos de una investigación sobre la concepción de las finalidades cívicas y culturales del profesorado de geografía e historia: objetivo de esta etapa. *Revista de Educación* 2, 27-35.
- Wamba, A. M. y Jiménez, R. (2005). La enseñanza y difusión del Patrimonio y la Alfabetización Científica: relaciones C-T-S y Patrimonio. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso.
- Wamba, A.M.; Aguaded, S. y Cuenca, J.M^a. (2006) Las actividades prácticas en museos de ciencia y centros de interpretación: ¿cómo orientarlas desde una perspectiva holística? *Alambique*, 47, 74-81.
- Wamba, A.M.; Jiménez Pérez, R. y Cuenca, J.M. (2006) La enseñanza del Patrimonio en la ESO: concepciones de los profesores de Ciencias Experimentales y Sociales. *Actas de los XXII Encuentros de Didáctica de las CC EE*. Zaragoza: Univ. de Zaragoza.
- Wilson, M. (2007). Mapping New Brunswick: The impact of heritage on the design and production of a pedagogical wall map. *Geomatica*, 61(2), 109-116.

-
- (1) Este trabajo es resultado del Proyecto I+D+i titulado “*El Patrimonio y su enseñanza: análisis de recursos y materiales para una propuesta integrada de educación patrimonial*” (Convocatoria de 2008 del Plan Nacional de Investigación, código EDU2008-01968)
 - (2) El programa PISA, dirigido por la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), se basa en el análisis del rendimiento de estudiantes a partir de pruebas estandarizadas que se realizan cada tres años y que tienen como fin la valoración internacional de las competencias alcanzadas por los alumnos/as de quince años.
 - (3) Los proyectos SISCON y SATIS, desarrollados por ASE (Association for Science Education) en 1983 y 1984 respectivamente en Reino Unido. Buscan mejorar la enseñanza de las ciencias a través de un contexto científico y tecnológico y una visión crítica de las interacciones entre la ciencia y la sociedad.

Problemas Ambientales Globales: ¿qué saben nuestros alumnos y sus futuros educadores?

Muñoz, A., Martín, P., Peña, J. y Arillo, M.A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación- CFP. Universidad Complutense de Madrid. Correo: alberto.munoz.munoz@edu.ucm.es

RESUMEN

La Educación Ambiental es clave en la formación de ciudadanos concienciados con el medioambiente. Uno de los objetivos del Desarrollo del Milenio ONU es la sostenibilidad del medio ambiente, y quiere dar respuesta a problemas ambientales a escala global, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o las emisiones de gases de efecto invernadero. Es un reto que conllevará sin lugar a dudas drásticos cambios sociopolíticos, económicos y culturales, por lo que el tema ha adquirido una dimensión social extraordinaria. Sin embargo, ¿qué se entiende por ‘Cambio Global’? Independientemente de a quién pueda ir dirigida la pregunta, existe una confusión generalizada sobre la naturaleza de los problemas ambientales globales. Esto en parte se debe a un traslado deficitario o sesgado de la información científica a la sociedad. La gran cantidad de comunicaciones científicas, acumuladas en pocos años, todavía no ha trascendido a los planes de estudio de Educación Primaria, a pesar de que la escuela es el foro adecuado para la formación de los futuros ciudadanos que recibirán nuestra herencia medioambiental. En el presente trabajo, se indaga sobre las nociones que tiene el alumnado de Educación Primaria, así como los futuros educadores (estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad Complutense de Madrid), en conceptos básicos relacionados con los problemas ambientales globales. Los alumnos de primaria y universitarios muestran un desconocimiento general sobre los problemas ambientales globales y la naturaleza de sus causas. Esta deficiencia puede tener origen en dos aspectos. Por un lado, la información deficiente y errónea de los medios de comunicación convencionales (prensa, radio, televisión, etc.), ya que la mayoría de los estudiantes no utilizan otros canales de información, como pudieran ser revistas y bases de datos especializados. Por otro lado, la falta de un tratamiento explícito y serio en los centros educativos sobre problemas ambientales globales. Sería muy recomendable integrar y actualizar la información sobre los problemas ambientales a escala global en los planes de estudio, desde Educación Primaria hasta niveles superiores. El conocimiento y la concienciación de nuestra problemática ambiental es el primer paso para afrontar con éxito los retos a los que, nos guste o no, está sometida nuestra sociedad.

Palabras clave: Cambio Climático, Cambio Global, Educación Ambiental, Desarrollo y sostenibilidad, Planes de Estudio

INTRODUCCIÓN

1.- Interés y fundamentación teórico-didáctica

La Educación Ambiental es parte del currículo de diferentes etapas educativas y tiene un papel esencial en la formación de ciudadanos concienciados con los problemas y sostenibilidad del medio ambiente. Si queremos solventar los problemas ambientales es necesario comprender la fragilidad de nuestro entorno y sobre todo el impacto de la

actividad humana sobre él. Esta concienciación requiere de un conocimiento de los problemas que nos están afectando. En este sentido, la aproximación científica y didáctica a los problemas medioambientales se organiza frecuentemente de una manera jerárquica en el espacio y tiempo. Así encontramos, desde un punto de vista local, los problemas en un barrio, un pueblo o una ciudad, hasta los problemas ambientales a escala global. Sin embargo, el peso de estos últimos ha crecido de una manera ostensible, y de hecho han tomado un gran protagonismo en el ámbito científico, adquiriendo una dimensión social extraordinaria. Términos como ‘cambio global’, ‘cambio climático’, ‘calentamiento global’, ‘perdida de biodiversidad’, ‘emisiones de CO₂’, ‘desarrollo sostenible’ etc. son ya de uso cotidiano, y frecuentemente mencionados en los medios de comunicación. Sin embargo, el resultado de los análisis, estudios e investigaciones sobre los problemas anteriormente mencionados, por parte de la comunidad científica, no ha trascendido a los planes de estudio de Educación Primaria. Es en la escuela donde debe hacerse un esfuerzo en Educación Ambiental. De hecho, algunos aspectos relacionados con la sostenibilidad y el cambio climático han sido incorporados al currículo español en la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006). Algunos autores (Prieto y España 2009) consideran que la comprensión de conceptos no es el problema, sino el enfoque del alumnado, abogando por la interdisciplinaridad. No obstante, otros autores (Pedrinaci 2008) afirman que las principales dificultades en la enseñanza sobre cambio global son las campañas de desinformación de los medios de comunicación, y los graves errores cometidos por estos al intentar explicar nociones sobre cambio global sin una base científica rigurosa.

2.- Objetivo

El objetivo de este trabajo es analizar las nociones que tienen tanto el alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria, como sus futuros educadores (estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria) sobre conceptos básicos relacionados con los problemas ambientales globales.

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTUDIO

Se diseñaron y elaboraron cuestionarios para evaluar el conocimiento de nociones relacionadas con el Cambio Global. Varios expertos sobre cambio global del CSIC y la Universidad de Castilla-La Mancha, así como maestros de Educación Primaria de la Comunidad de Madrid, fueron consultados para diseñar los cuestionarios. Estos cuestionarios fueron distribuidos entre la población de alumnos de varios centros de Educación Primaria de la Comunidad de Madrid y entre la población de estudiantes de Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad Complutense de Madrid (Tabla 1-Anexo 1).

RESULTADOS

La mayoría del alumnado, tanto de Educación Primaria como Universitaria, desconocía que el año 2012 está declarado como el año internacional de la energía sostenible. Si bien el porcentaje de alumnos que lo conocían era levemente superior en la población de universitarios (Figura 1).

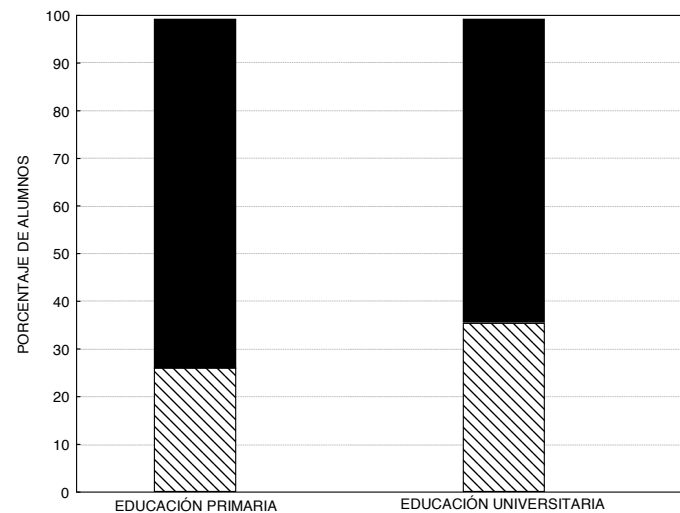


Figura 1. Porcentaje de alumnos que conocen (barra rayada) y desconocen (barra negra) que el 2012 es el año de la energía sostenible.

En cuanto a la percepción de la importancia de los problemas ambientales, hay patrones diferentes en Educación Primaria y Universitaria. Mientras que los escolares identifican la energía nuclear como el principal problema ambiental, los universitarios lo consideran como el menos relevante. Para estos últimos los problemas ambientales más importantes son el cambio climático y la capa de ozono (Figura 2).

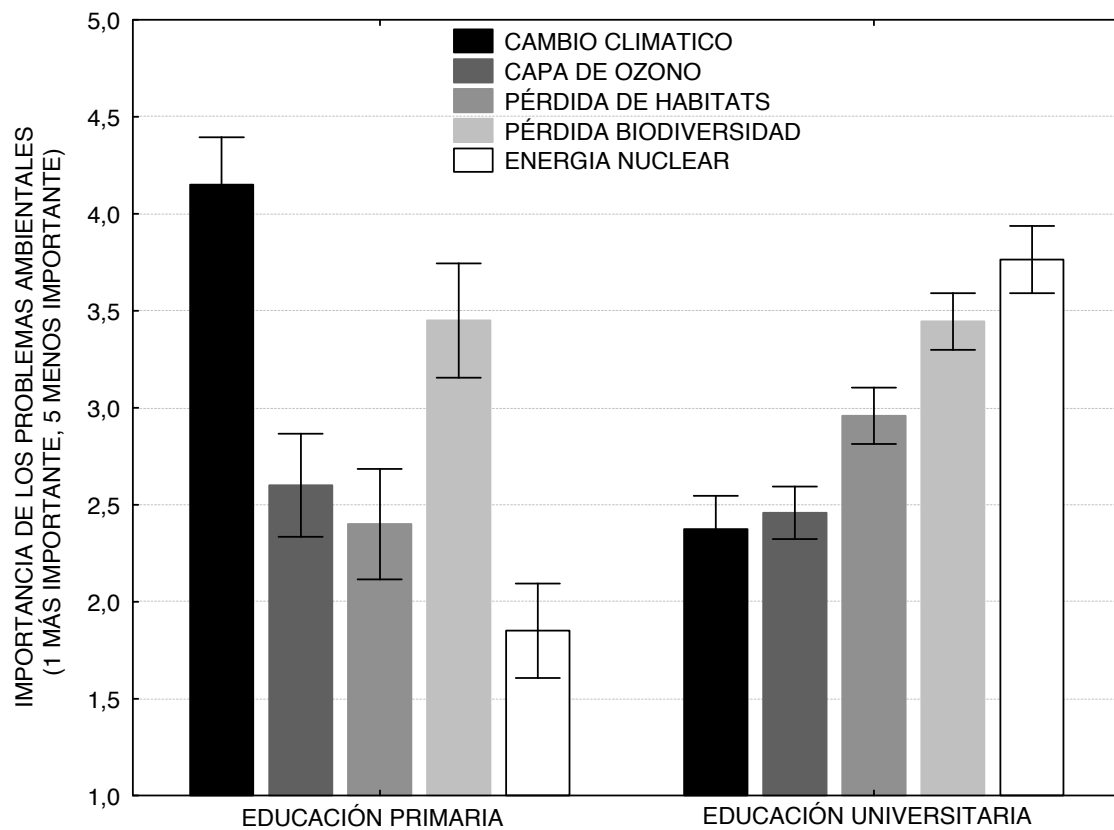


Figura 2. Percepción del alumnado de la importancia relativa de diferentes problemas ambientales.

Sorprendentemente, hay un mayor porcentaje de alumnos de primaria que universitarios que identifican los combustibles fósiles como principal causa del cambio climático. Los alumnos universitarios consideran que el origen del cambio climático reside principalmente en la capa de ozono. Tanto en alumnos de primaria como en universitarios hay un porcentaje llamativo que considera que la energía nuclear es responsable del cambio climático. (Figura 3).

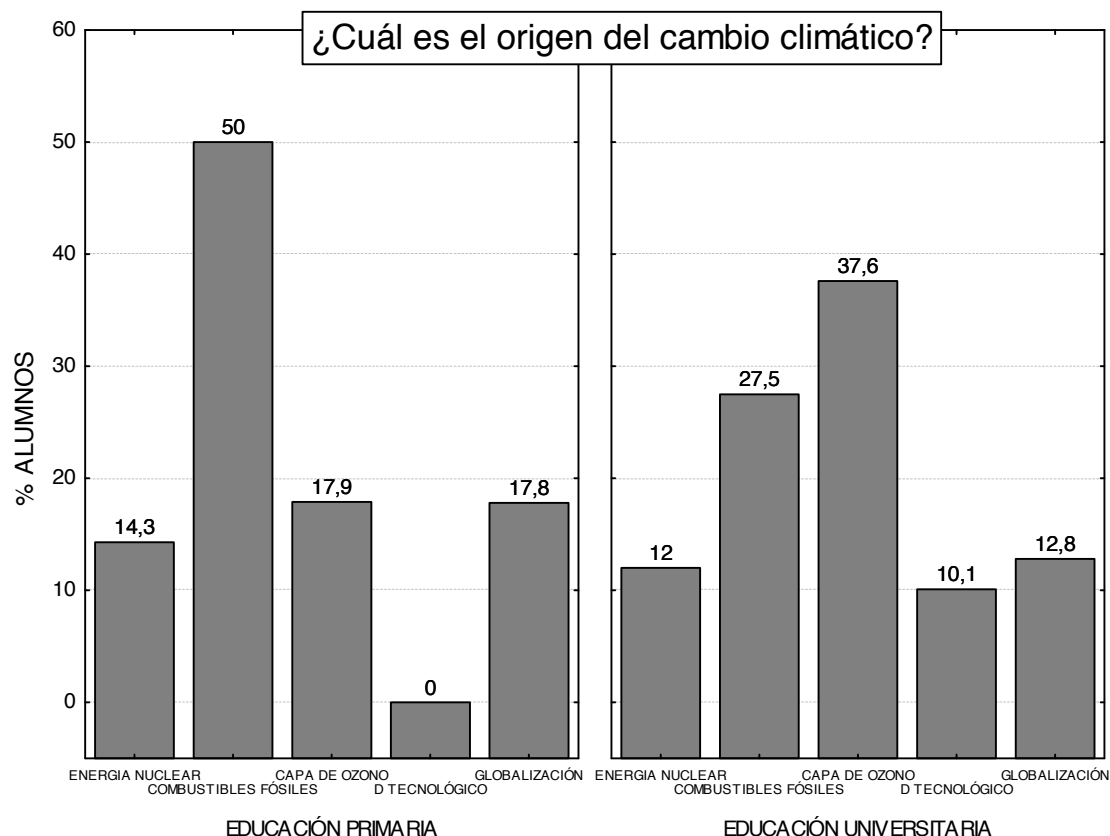


Figura 3. Ideas del alumnado sobre el origen del cambio climático

La mayoría del alumnado, tanto universitario como escolar, ha recibido información sobre cambio climático a través de los medios de comunicación (Figura 4). Esto confirma que debe plantearse algún mecanismo para trasladar al alumnado unas fuentes de información rigurosas y a la vez accesibles, teniendo en cuenta los distintos niveles educativos, que repercutan en una adecuada Educación Ambiental. En una primera instancia, los docentes deberíamos ser capaces de transmitir y canalizar la vorágine de información que existe al respecto.

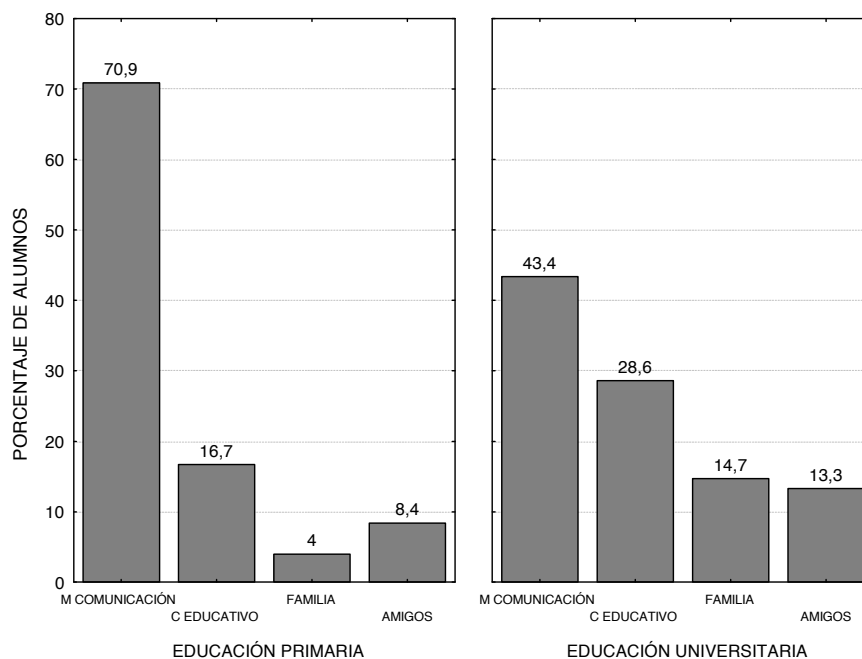


Figura 4. Canales por los que los alumnos han oído hablar del cambio climático

CONCLUSIONES

Si bien los alumnos universitarios identifican el cambio climático como principal problema, no conocen cuál es su causa y confunden la naturaleza del agujero de la capa de ozono con los gases de efecto invernadero como el CO_2 . Sin embargo, en Educación Primaria, aunque los alumnos consideran que la energía nuclear es el principal problema ambiental, hay un porcentaje significativo que considera que los combustibles fósiles son la causa del cambio climático. En verdad, la escuela y los centros educativos no ofrecen suficiente información sobre estos aspectos, el alumnado recibe información sobre ellos a través de los medios de comunicación como la prensa, radio o televisión. En la población escolar, las nociones y las relaciones entre conceptos se crean mayoritariamente a partir de informaciones fragmentadas y conceptos erróneos de los que se habla en los medios de comunicación. Los centros educativos deben depurar y tejer esta información fragmentada para proporcionar un marco sólido en los alumnos, y así promover un entorno de reflexión que sea el primer paso para la concienciación. Sería por tanto muy conveniente incluir explícitamente y actualizar estos aspectos en los planes de estudio, ya que son la base para afrontar los retos ambientales a los que se enfrentará la sociedad del futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Ballard, M. y Pandya M. 2003. *Conocimientos básicos en la Educación Ambiental*. Monografías de Educación Ambiental. GRAO.

Decreto 22/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria. *B.O.C.M.* 126, pp. 4-47.

Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. *B.O.C.M.* 126, pp. 48-139.

Decreto 67/2008, de 19 de junio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo del Bachillerato. *B.O.C.M.* 152, pp. 6-84.

Duarte, C.M. 2009. *Cambio global: impacto de la actividad humana sobre el Sistema Solar*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Nieto, J y Linares P. 2011. *Cambio Global. España 2020 / 2050. Energía, Economía y Sociedad*. Informe editado por Fundación CONAMA y Centro Complutense de Estudios e Información Ambiental. 279 pp.

Ozcáriz, J. et al. 2008. *Cambio Global. España 2020's. El reto es actuar*. Informe editado por Fundación CONAMA y Centro Complutense de Estudios e Información Ambiental. 133 pp.

Ozcáriz, J. y Prats, F. 2009. *Cambio Global. España 2020 / 2050. Hacia un pacto de las ciudades españolas ante el cambio global*. Informe editado por Fundación CONAMA y Centro Complutense de Estudios e Información Ambiental. 218 pp.

Pedrinaci, E. (2008). Cambio global: un riesgo y una oportunidad. *Alambique* 55, 56-67.

Prieto, T. y España, E. (2009). Educar para la sostenibilidad, un problema del que nos hacemos cargo. *Eureka* 7, 216-229

ANEXO I

<p>1.- ¿Sabes que el 2012 es el año internacional de la energía sostenible?</p> <p>2.- Numera del 1 al 5 los que consideres problemas ambientales actuales según su orden de importancia (1 más importante -5 menos importante):</p> <p><input type="checkbox"/> Cambio climático</p> <p><input type="checkbox"/> Reducción de la capa de ozono</p> <p><input type="checkbox"/> Pérdida de hábitats naturales</p> <p><input type="checkbox"/> Reducción de la Biodiversidad</p> <p><input type="checkbox"/> Energía Nuclear</p> <p>3.- El origen del cambio climático es:</p> <p><input type="checkbox"/> La energía nuclear</p> <p><input type="checkbox"/> El uso de combustibles fósiles como fuente de energía</p> <p><input type="checkbox"/> La reducción de la capa de ozono</p> <p><input type="checkbox"/> El desarrollo tecnológico</p> <p><input type="checkbox"/> La globalización</p> <p>4.- He oído hablar del cambio climático:</p> <p><input type="checkbox"/> En los medios de comunicación (periódicos, radio, televisión, etc.)</p> <p><input type="checkbox"/> En mi centro educativo</p> <p><input type="checkbox"/> En el entorno familiar</p> <p><input type="checkbox"/> A mis amigos</p>

Tabla 1. Preguntas incluidas en el cuestionario que se distribuyó entre la población de alumnos de primaria y estudiantes de grado en Educación Primaria

Una propuesta didáctica de análisis de género a través del medio: el agua en la historia y vida de las mujeres

Matilde Peinado Rodríguez. Carmen Rueda Parras

Facultad de Humanidades y CC de la Educación Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. mpeinado@ujaen.es

RESUMEN

Actualmente son abundantes las líneas de investigación iniciadas, que están permitiendo la visibilización de las mujeres, redescubriendo e incorporando sus aportaciones a los diferentes saberes científicos. Entendemos que, el tema del agua emerge en la vida de las mujeres con gran fuerza y de forma muy especial, hasta el punto de que, en determinadas ocasiones, se llegó a construir entre ambas una relación de complicidad. Con este trabajo queremos dar un paso más y aportar junto a la investigación, un material didáctico útil que permita al alumnado aproximarse de forma crítica e innovadora al estudio del “Agua” a la vez que le aporte conocimientos que contribuyan a hacer visible la contribución de las mujeres al mundo de la ciencia.

Palabras clave

Género, Agua, Propuesta didáctica, visibilización-mujer-ciencia.

INTRODUCCIÓN

Al creciente interés que actualmente existe por realizar diferentes estudios acerca de la contribución y papel desempeñado por las mujeres en las diferentes dinámicas de nuestro entorno tanto físico, natural y social no se corresponde en igual medida los cambios experimentados en los diferentes currícula escolares de Conocimiento del Medio ni en las prácticas de aula que continúan respondiendo al modelo tradicional, presentando un conocimiento fragmentado e incompleto de las diferentes materias curriculares. Este trabajo forma parte de otro más amplio que supone una investigación profunda en cada uno de las funciones y relaciones del Agua bajo el enfoque de género no contemplado hasta el momento en otros trabajos realizados, al que se añade una propuesta didáctica para cada una de las etapas educativas.

UN ENFOQUE DE GÉNERO EN EL ESTUDIO DEL AGUA

El tema del “Agua” forma parte de los contenidos curriculares en diferentes niveles educativos pero en ninguno de ellos se incluyen aspectos relacionados con el binomio “Agua-Mujer” aún siendo tan importante la relación que el agua ha tenido y tiene en la vida de las mujeres a lo largo de la historia.

Desde la antigüedad el agua está presente en múltiples facetas de la vida de las mujeres, así por ejemplo:

- En la mitología y en numerosas leyendas y tradiciones se encuentra asociada a la mujer y a sus responsabilidades cumpliendo una función simbólica.

- Ellas han sido y lo son todavía gestadoras de su uso, de su transporte y de su cuidado en los sistemas tradicionales de suministro del agua en muchas comunidades. Esto les ha proporcionado un profundo conocimiento sobre este recurso.
- Como responsables del espacio doméstico, del cuidado de la salud, higiene y bienestar de quienes conforman la unidad familiar, el agua es una prioridad para las mujeres por su importancia en estos temas, así como en la producción de alimentos.
- El oficio de lavandera ha sido desde la antigüedad, uno de los trabajos remunerados con mayor tradición histórica en la vida de las mujeres.
- Ha cumplido una función social en sus vidas, porque el agua fue un personaje que las acompañó en sus “espacios sociales” generándose un vínculo entre ambas, agua y mujeres; una relación de complicidad que le ha permitido ser un personaje activo y adquirir un rol de protagonismo de su intimidad.

Tradiciones y Mitología: Función simbólica del agua en la vida de las mujeres

Desde la antigüedad se relaciona el “agua” con todo lo femenino y el fuego con lo masculino. El agua es considerada como un elemento de fertilidad, que genera y da la vida, al igual que las mujeres. El agua es líquida, curativa, purificadora, portadora de vida, rasgos todos ellos tradicionalmente asociados con lo femenino. Son muchos los seres mitológicos femeninos, hadas, que están relacionados con el agua: las sirenas en los océanos, en los lagos las alojas y en los arroyos y fuentes como las xanas.

Existen múltiples leyendas que hablan sobre mujeres encantadas dentro de pozos o en fuentes, transformadas en seres horribles que esperan durante siglos al valiente que las desencanten. Son muchas las culturas que asocian el agua con la mujer, en tanto que diosas, espíritus de la naturaleza o ninfas. Esto cobra especial relevancia en relación con el agua corriente, como los manantiales o las fuentes de agua, ya que representa la fertilidad y el dar a luz. El número de leyendas se multiplica sobre todo cuando se trata de tierras áridas donde el agua es escasa y por esto, aún más preciada.

Son muchas las religiones en las que el agua tiene una función purificadora, especialmente relacionada con distintos momentos de la vida de las mujeres: durante el período de la cuarentena, después del parto no pueden lavarse ni tocar apenas el agua; igual ocurre durante la menstruación. Son períodos de impureza y después de estos días el agua actúa como purificadora.

Actividades tradicionalmente asignadas a las mujeres

La mayor parte de las actividades tradicionales de las mujeres se han centrado en el ámbito doméstico en donde se han producido objetos y alimentos. La elaboración de los alimentos, la fabricación del vestido y de instrumentos de trabajo, el acarreo del agua, la recogida de leña, el mantenimiento del fuego, el cuidado de los animales domésticos, la venta en los mercados locales de los productos de campo o por ellas elaborados, el cuidado de las personas, la crianza de los hijos, la preparación y administración de remedios y medicinas, la limpieza del entorno, etc. han constituido desde la antigüedad tareas de “mujeres”.

En el siglo XIII, la incorporación femenina al trabajo en las ciudades fue una realidad. Los oficios que desempeñaron las mujeres y en los cuales tuvieron prácticamente un

monopolio fueron, principalmente, los textiles y la confección -hilanderas, tejedoras, tintoreras, costureras o sastras y el de lavanderas. Otros, relacionados con la alimentación -oficios de panaderas, «verduleras», fabricantes de cerveza (que en Inglaterra era monopolio femenino)- «taberneras» y «mesoneras».

Son las mujeres y los niños quienes proporcionan prácticamente toda el agua que necesitan los hogares (Figura 1). Esta agua se usa para procesar y preparar la comida, beber, bañarse, lavar, regar la huerta y dar de beber a los animales. Las mujeres conocen donde se encuentran las fuentes locales de agua así como su calidad y potabilidad. La recogen, la almacenan y controlan su uso e higiene. Hace un uso sostenible de la misma porque la recicla, usa la menos limpia para lavar y regar y da el agua de escorrentía al ganado.



Figura 1. Mujeres en faenas domésticas

La Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible incluye a la mujer en uno de sus cuatro principios: " *La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua*", aunque como en otros ámbitos, en la gestión del agua ha desempeñado siempre un rol secundario.

El trabajo de lavandera: El arte de saber lavar

Ya en la antigua Grecia, entre los trabajos que realizaban las mujeres aparecen textos como el siguiente: "*las mujeres trabajaban fuera del hogar como vendedoras de sal, higos, pan y cáñamo; como costureras, enfermeras, cortesanas, prostitutas, lavanderas, zapateras y ceramistas*".

Las lavanderas de oficio llegaban a las casas de la ciudad a trabajar la jornada que llamaban por día, es decir comenzaban las labores de lavado muy temprano por la mañana y su día terminaba cuando ya no había ni una pieza de ropa sucia que lavar. Eran por lo general mujeres muy trabajadoras y por lo general mal pagadas. Durante siglos, se ganaron la vida como lavanderas de las familias ricas o nobles que contaban con un buen nivel económico. Carentes de educación formal, trabajaban en estas tareas, aguantando horas interminables de restriego en la pila, con la espalda doblada, y lavando ropa ajena. La tarea del lavado, tenía varias fases. Incluimos como ejemplo la narración de una lavandera del municipio de Avilés: "*Lo primero era dar un primer enjabonado a la ropa, en la fuente, para después dejarla «al verde», sobre la hierba, para facilitar la tarea. Después, en unas casetas que había cerca, se disponían las tinas en las que se colocaba toda la ropa, con lo más sucio arriba del todo. Sobre la tina, una*

especie de cedazo, y por ahí se iba echando agua a distintas temperaturas, cenizas y brasas. Finalmente se tapaba bien, y no se sacaba hasta el día siguiente. Era el momento de aclararlo todo bien y tenderlo a secar.

En sus inicios, los sábados, las mujeres elaboraban su propio jabón, y lo hacían con la grasa de la carne que comían en la semana. Con este jabón blanqueaban la ropa y lo que sobraba lo aprovechaban para bañar a los niños, de ahí la tradición de que “sólo nos bañamos los sábados”.

En el siglo XVI, ser lavandera, no era un oficio sencillo de ejercer, ya que tenían que buscar los lugares de nacimiento de agua como manantiales, ríos o lagunas que se encontraban fuera de la zona urbana, cargar su bulto de ropa, elaborar el jabón y buscar una piedra donde tallarla. La necesidad de agua y un lugar donde lavar, originó la construcción de los primeros lavaderos públicos en algunas tocinerías que tenían suministro de agua y fabricaban jabón, así como en algunas casas y conventos y plazuelas, donde se cobraba.

Una aproximación al universo social femenino: Los lavaderos

El agua se ha constituido en una seña de identidad femenina de primera magnitud por encontrarse en estrecha relación con la vida de las mujeres, construyendo un modelo con elementos diferenciadores; comportamientos y valores directamente relacionados con sus vivencias colectivas vinculadas con los diferentes usos del agua.

Recoger agua de la fuente, acudir al manantial para lavar, bañarse, bañar a los hijos, etc, y acudir a los lavaderos, de forma particular o como oficio, son momentos en los que las mujeres viven socialmente con su grupo de iguales. Las mujeres se reúnen, salen del espacio doméstico en el que desarrollan gran parte de sus trabajos diarios y conviven con otras mujeres.

Cuando el agua potable aún no había llegado a las casas era junto a las fuentes y manantiales donde se iba a lavar; más tarde en estos lugares y otras zonas, generalmente periféricas, de la ciudad se construyeron los “Lavaderos” que era el lugar donde las mujeres se daban cita para hacer sus coladas. El uso del lavadero era exclusivo de las mujeres, espacio femenino por excelencia; un lugar en el que a veces el trabajo pasaba a ocupar un plano no prioritario y se convertía en “un lugar de encuentro” en donde poder charlar, intercambiar opiniones y comentarios, lejos de la intervención masculina. Grandes grupos de lavanderas se reunían en este punto que se convertía además en un improvisado centro de convivencia, tertulia, confidencias y bromas. Los hombres cuentan desde tiempo inmemorial con bastantes lugares de reunión al margen de las mujeres. Las tabernas, centros de reunión, las hermandades y los propios centros de trabajo reunían las condiciones adecuadas para la reunión masculina lejos de las mujeres. Ellas no cuentan con este tipo de lugares. Tan sólo las visitas entre vecinas, las ocasiones de encuentro esporádicas durante la mañana, mezcladas por las tareas domésticas, en el mercado, en la iglesia, en las faenas de recolección, etc. nos ofrecen lugares propicios para el intercambio y a veces de consuelo, en una sociedad patriarcal que relegaba a las mujeres a un plano secundario. Esta oportunidad de comunicación y contacto suponía un alivio, una ocasión única en la vida de las mujeres. El lavadero era el "club" de las mujeres. Se decía, que las lavanderas eran habladoras y que tenían historias ocultas. Eran ellas las que mantenían informadas al resto de la servidumbre y amistades de los acontecimientos y chismes que se sucedían más allá de los muros de la casa.

Durante siglos los lavaderos se convirtieron en lugares de convivencia y aculturación para las mujeres y de socialización para los niños que acompañaban a sus madres, cuando éstas no tenían con quien dejarlos en su casa. En estos lugares, muchas veces las mujeres dirimían sus diferencias y manifestaban sus coincidencias, de ahí la frase: “ahí en el lavadero”, que no pocas veces fueron testigos de enojos y amistades, pero también eran el centro de información, de donde se publicitaba lo privado, como señala una frase muy utilizada: “lo oyó en el lavadero”.

Los lavaderos se convirtieron en fuente de conocimiento y transmisión de información, que se fue pasando de generación en generación. En estos lugares, entre plática y plática de actividades cotidianas y eventos extraordinarios que vivían, las lavanderas se intercambiaban fórmulas de cómo blanquear y desmanchar la ropa.

Las mujeres gestadoras del agua

A pesar del reconocimiento de la participación de las mujeres como usuarias del agua, tanto en sus quehaceres domésticos como productivos, son raras las ocasiones en que se valoran y retoman sus conocimientos y experiencias para su gestión y mucho menos para la toma de decisiones en el sector hídrico. Las políticas hídricas comúnmente están diseñadas y dirigidas desde una visión técnica y masculinizada. Las mujeres siguen siendo vistas como usuarias del agua y no como administradoras y tomadoras de decisiones.

Las desigualdades de género en el control de los recursos hídricos reproduce roles estereotipados que continúan manteniendo a las mujeres en desventaja y en situaciones de subordinación y discriminación. Es por lo tanto necesario formular nuevas políticas que promuevan una Nueva Cultura del Agua que visibilice a las mujeres desde una perspectiva más amplia con el fin de reconocer sus aportaciones y valorar su papel dentro del manejo del agua.

Propuesta didáctica para el estudio del agua con un enfoque de género

La propuesta didáctica que formulamos es abierta y flexible por lo que puede ser modificada, ampliada y contextualizada en función del alumnado y tiempo que se trabaje siendo posible su aplicación en las diferentes etapas o niveles educativos. Nuestro objetivo final no es otro que proporcionar a nuestro alumnado, de infantil, primaria o secundaria instrumentos e información que le permita entender aspectos relacionados con la jerarquización social y genérica, la división de espacios en función del sexo, los roles que la sociedad patriarcal asignaba a hombres y mujeres y analizar el contexto global de esa sociedad (sociocultural, científico, histórico, político), de éstas mujeres “lavanderas”. A partir de dos fotografías de lavaderos- manantiales incluimos un ejemplo de actividades para educación Infantil y otro para educación Secundaria. Estas y otras más pueden formar parte de un itinerario didáctico que forme parte del estudio del tema y que deben incluirse en el caso de Primaria y Secundaria en la mayor parte posible de áreas.

El edificio (Figura 2) es de planta rectangular y cubierta a un agua de fibrocemento sobre estructura metálica apoyada en un muro lateral de contención de tierras y pórtico de machones que conforma una de las fachadas. Toda la obra de fábrica está revocada y pintada a la cal. El lavadero se compone de un pasillo lateral, adosado al muro de contención, que da acceso a una hilera longitudinal de pilas adosadas al pórtico abierto de la edificación, disponiéndose un único acceso lateral en la edificación.



Figura 2. lavadero de La Hoya del Salobral

Incluimos algunas de las actividades que podrían realizarse en Educación Infantil. Observamos y comentamos:

¿Recordamos y decimos algunas tareas de la casa que necesitan el uso de agua? ¿Quién realiza cada una de ellas?

¿Se hacen ahora igual que hace años? ¿Sabes cómo se llama a las mujeres cuyo oficio era el de lavar la ropa para otras personas? ¿Qué útiles necesitaban para lavar la ropa?

¿Quiénes fabricaban el jabón? ¿Cómo se hacía? ¿Para qué se utilizaban los lavaderos? ¿Quiénes iban a lavar, los hombres o las mujeres? Aprendemos a elaborar jabón en el aula.

¿Por qué ahora no se lava en los lavaderos? Decimos ventajas que tiene poder lavar en casa y con lavadora? Decimos otros inventos sobre trabajos de la casa, relacionados con el agua y que antes los realizaban solamente las mujeres.

¿Se conserva alguno en la ciudad donde vives o en un lugar cercano? Visítalo o busca alguna fotografía con ayuda de tu familia y dibújalo. Escribiremos su nombre y preguntaremos algo acerca de su historia.

La siguiente fotografía (Figura 3) puede servir como introducción a los ejemplos de actividades que proponemos para Educación Secundaria.



Figura 3. Fuente-lavadero de los siete caños de Albánchez

El conjunto se compone de dos grandes pilones de piedra comunicados entre sí: uno en espacio descubierto a manera de abrevadero abastecido por siete caños que emergen de un muro, y el otro cubierto a un agua y usado como lavadero.

El lavadero tiene tres machones de piedra y un muro del mismo material que sostienen una cubierta a un agua, hoy de teja, y en el interior cuenta con una gran pileta rectangular continua rodeada por los canales de agua y por las pilas de lavado. La distinta altura de los dos laterales del lavadero indican que un lado es para lavar de pie y otro de rodillas.

Actividades que pueden realizarse durante y después una visita a dicha fuente-lavadero:

Lee detenidamente las inscripciones que hay en la pared. Investiga e indaga toda la información posible acerca de ellas.

Fíjate en el tipo de materiales con que está construido ¿Para que servía la estructura techada que hay junto a la fuente de los siete caños.

Pregunta e infórmate acerca del agua que pasa por los lavaderos, ¿De dónde procede? ¿A dónde va? ¿Podría utilizarse el agua que sale después del lavado para regar los árboles o plantas de los alrededores? ¿Por qué?

Busca palabras que estén relacionadas con el agua y lavadero. ¿Quiénes se ocupan de realizar el lavado de ropa? ¿Existe algún nombre para el oficio de quienes realizan esta tarea? Busca información acerca de este oficio. Pregunta a tu familia e infórmate de si en tu casa conocían a alguna lavandera (o alguien del pueblo o ciudad). Investiga acerca de cuanto cobraban, para quienes trabajaban, cómo transportaban la ropa hasta el lavadero, etc.

Nos informamos acerca de la elaboración del jabón y sus componentes. Elaboramos jabones con distintos aromas ¿Qué otros productos se utilizan para el lavado de ropa? Nos informamos de los elementos que los componen.

Actualmente existen numerosos inventos que están relacionados con el agua y las tareas domésticas habitualmente realizadas por las mujeres. Haz una relación de los que conoces. Ponemos todas las informaciones en común e investigamos cuáles han sido inventados por una mujeres. Averigua la historia de cada una de ellas y opina acerca de la relevancia que ha tenido su aportación para la historia y/o para la ciencia.

CONCLUSIONES

- Existen numerosos estudios acerca del agua pero no con una perspectiva de género y es necesario por la gran relación existente entre Agua-Mujer.
- A las investigaciones realizadas para visibilizar las aportaciones de las mujeres a cualquier ámbito de la ciencia, no se corresponde igualmente aportaciones didácticas para que se realicen en el aula.
- En los contenidos curriculares actuales se incluye de forma muy breve y, solamente en temas muy concretos a las mujeres, ya sea por sus descubrimientos, inventos, historia, etc. Y es prácticamente inexistente el enfoque de género en el estudio de cualquier saber científico.

BIBLIOGRAFÍA

Abril, A. M., Contreras, M., Cruz Ruz, A., Díez, M. C., Gámez, M. D., Mayoral, M. V., Muela, F. J., Peinado, M., Rivera, B. y Rueda, C. (2008), “*El agua: itinerarios didácticos por el patrimonio histórico-artístico y espacios naturales de la zona de Sierra Mágina (Jaén)*” en Ávila, R. M^a; Cruz, A.; Díez, M^a C. (eds) (2008) *Didáctica de las Ciencias Sociales, Currículo Escolar y Formación del Profesorado. La didáctica de las Ciencias Sociales en los Nuevos Planes de Estudio.*, pp. 703-704.

Anderso, B. S. y Zinser, J. P. (1992): *Historia de las mujeres: una historia propia*, Barcelona, Crítica.

Aries, P. H. y Duby, G. (1992): *Historia de la vida privada. La comunidad, el Estado y la familia en los siglos XVI-XVII*, 6, Madrid, Taurus.

Antoraz, M^a. A. (2004): “*El agua en los libros de texto de niveles no universitarios*”. Una Nuevacultura del agua para el Duero. Curso de Verano. Universidad de Burgos.

Bruit Zaidmam, Louise (2002): “*La religión Griega en la polis de la época clásica*”, Akal, Madrid.

Chacón Jiménez, F. y Ferrer I Alos, LL. eds. (1997): *Familia, casa y trabajo, Actas del Congreso de Historia de la Familia. Una nueva perspectiva sobre la sociedad europea*, Vol.3, Murcia, Universidad de Murcia.

Gómez, J. L. (1997). “*La ruta del agua. Itinerarios didácticos*”. Cartagena: Instituto Municipal de Educación

Hernández Cardona, F.X. (2010): *Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, Barcelona, Grao.

Martín Casares, A. (2006): *Antropología de género: culturas, mitos y estereotipos sexuales*, Madrid, Cátedra.

VV.AA. (2010): *El paisaje en la educación*, Revista Iber, 65.

VV. AA. (1979). “*Manual técnico del agua*”. 4^a Edición Española. Bilbao: Degremont.

VV.AA. (1994). “*El futuro del agua*”. Serie Monografías. Madrid: Junta de Andalucía.

VV.AA. (1998). “*El agua un bien insustituible*” (monográfico). Aula Verde 18. Sevilla: Junta de Andalucía.

VV. AA. (1979). “*Globalización y Género*”. Editora, Paloma de Villota. Madrid, Síntesis.

VV. AA. (2006). “*Género y Desarrollo*”. Madrid. La Catarata.

ANÁLISIS DE LAS IDEAS DEL PROFESORADO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES ACERCA DE LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA

Silva, V.¹; Orihuela, P.²

1 Instituto de Enseñanza Secundaria Raimapu, 2 Departamento de Biología, Universidad de Santiago de Chile. valentina.silva.f@gmail.com

RESUMEN

La actitud acerca de la metodología científica que tiene el profesorado de ciencias experimentales tiene una influencia sustancial en el desarrollo de las competencias fundamentales asociadas con la alfabetización científica del estudiantado. Este estudio busca analizar las actitudes de los profesores de enseñanza secundaria de ciencias experimentales de Chile acerca de la metodología científica. Este trabajo forma parte de un estudio más amplio que involucró el desarrollo de una metodología mixta con la participación de profesores de las disciplinas de biología, física y química de la región Metropolitana. Se presentan los resultados del análisis del contenido de las entrevistas realizadas a una muestra de profesores de enseñanza secundaria. Los resultados mostraron una fuerte presencia de ideas sobre la metodología científica vinculadas a modelos epistemológicos absolutistas con una nula presencia de conceptos que pudieran indicar otro nivel de explicación sobre los procesos de la ciencia. Estos resultados manifiestan la urgente necesidad de desarrollar perfeccionamientos significativos al profesorado de ciencias experimentales que permitan una construcción más actual y completa acerca de la metodología científica, la naturaleza de la ciencia y la alfabetización científica.

Palabras clave

Enseñanza de las ciencias, alfabetización científica, naturaleza de la ciencia, metodología científica, método científico.

INTRODUCCIÓN

El análisis y comprensión de los fenómenos naturales requiere una serie de procesos inherentes al ser humano que permita que este conocimiento fluya de manera espontánea y natural. De esta manera, la enseñanza de las ciencias debe realizar aportaciones a los estudiantes de manera indirecta al contenido en sí, potenciando el uso de habilidades científicas para la vida cotidiana y su alfabetización científica.

El concepto de alfabetización científica implica que la gran mayoría de la población disponga de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió y Vilches, 1997).

La Naturaleza de la Ciencia (en adelante NdC) fortalece el logro de factores para una enseñanza integral de las ciencias (Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso, y Manassero-Mas, 2007). La NdC es

definida como un terreno fértil que mezcla aspectos de varios estudios sociales de ciencia, incluyendo la sociología, la historia y la filosofía de la ciencia (o epistemología de la ciencia), junto con investigaciones de ciencias cognitivas como la psicología en una descripción de qué es la ciencia, cómo funciona, cómo se desenvuelven socialmente los científicos y cómo la sociedad dirige y reacciona a los avances científicos (McComas y Olson, 1998).

Dentro de estas disciplinas, la epistemología de la ciencia se considera de mayor relevancia y, aún con la distinción de diferentes periodos epistemológicos, hasta hoy persevera en la comunidad una idea positivista tradicional de la ciencia (Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz, y Praia, 2002; Duschl, 1990, Abd-El-Khalick y BouJaoude, 1997). Esta visión proyecta la idea de objetividad y la utilización de una metodología de investigación de las ciencias experimentales basada exclusivamente en el modelo de método científico, asociado a corrientes epistemológicas positivista y positivista lógica.

Una adecuada comprensión de la naturaleza de la ciencia, y particularmente de la metodología científica, parece tener un efecto influyente en el tipo de estrategias que desarrolla el profesorado de ciencias en el aula (Yerrick, Parke, y Nugent, 1997, Luft, 2001). Dada la relevancia que tiene desarrollar y mejorar la comprensión de ciencia en el estudiantado, esta investigación está orientada a elucidar cuales son los modelos de metodología científica que prevalecen en el profesorado.

La Metodología Científica

Uno de los principales, si es que no el principal problema a la hora de enseñar la naturaleza de la ciencia, y específicamente la metodología científica, es la falta de acuerdo que existe, sobre todo, en sus objetivos (Acevedo y col. 2007). Se observa la dificultad que otorga la reflexión histórica, sociológica y filosófica de críticas permanentes al trabajo para los no iniciados, generando desacuerdos y controversias, y dificulta la creación de nuevas propuestas para la ciencia y la educación (Laudan, 1990). Esta dificultad fue también observada por Alters (1997), quien mostró, mediante una encuesta a más de doscientos filósofos, la existencia de desacuerdos importantes hasta en los temas más básicos sobre la NdC. A su vez, Eflin, Glennan y Reisch (1999), en concordancia con otros autores, identifican los consensos y disensos respecto a la NdC. Entre los consensos reconocen también que la ciencia, además de su carácter cambiante, dinámico y provisional, no tiene un único método científico.

La metodología científica juega un rol protagónico respecto de lo que el profesorado entiende por ciencia y condiciona su quehacer docente (Yerrick *et al.* 1997, Luft, 2001). Según Grandy y Duschl (2007) la metodología científica envuelve una serie de procesos tales como: hacer preguntas, refinar las preguntas, evaluarlas, diseñar experimentos, hacer observaciones, relacionar los datos con teorías, modelos o hipótesis, formular hipótesis, organizar datos, discutir teorías y modelos, escribir sobre los datos, leer acerca de los datos, entre otros, los cuales, según los autores, no tienen por qué cumplirse todos y tampoco existe un orden riguroso entre ellos. Esta metodología por tanto, permite al investigador tener cierta flexibilidad respecto a cómo abordar un problema de investigación. Además, permite y reconoce el rol del investigador, sus conocimientos previos y criterio, la influencia que ejerce la sociedad sobre él y la importancia del contexto histórico en la investigación científica (McComas, 1998).

Como contraparte, se encuentra el método científico, que representa la corriente absolutista. El método científico propone alrededor de cinco o seis directrices por las cuales una investigación científica se debe llevar a cabo (Lakin, Giesler, Morris, y Vosmik, 2007). Esto a su vez,

condiciona una visión de ciencia objetiva, alejada de la sociedad ya que no recibe influencias ajenas y no considera las visiones personales del científico al momento de hacer ciencia.

La dimensión de metodología científica ocupa por tanto, un puesto importante dentro de la naturaleza de la ciencia (Vildósola, 2009). Una mirada absolutista tradicional, enmarca la metodología científica dentro de un único y exclusivo método con una serie de pasos rígidos que deben cumplirse en un orden establecido. Este método, el método científico, es el que aparece implícita o explícitamente en la mayoría de los textos escolares en Chile (MINEDUC) y ha sido ampliamente difundido (Acevedo *et al.*, 2007). De esta manera, si los profesores de ciencia no comprenden la verdadera naturaleza de la ciencia, ni la influencia social que la guía, el texto de ciencias otorgado por el ministerio de educación de Chile y la influencia social sobre la visión de ciencia ligada al modelo de método científico condicionan el pensamiento positivista que influenciará su quehacer docente.

Visiones del Profesorado de Ciencias Experimentales

Se han realizado diferentes estudios para identificar las actitudes, ideas y visiones del profesorado acerca de la naturaleza de la ciencia. Al mismo tiempo se han realizado estudios que revelan la importancia de estas visiones al momento de generar actividades en el aula (Abd-El-Khalick, 2005, Gil Pérez, 1986). Estos estudios muestran que las actividades diseñadas por el profesorado se ven influenciadas por su actitud acerca de la naturaleza de la ciencia (Yerrick *et al.*, 1997, Luft, 2001).

Una adecuada comprensión de la naturaleza de las ciencias y, específicamente, de la metodología científica como primer acercamiento a la naturaleza de las ciencias, es indispensable para alcanzar el elemento de aprender acerca de la ciencia propuesto por Hodson (1992). Estas visiones se componen de ideas de naturaleza absolutista que se han transmitido por el inconsciente colectivo (Fernández *et al.*, 2002).

Al relacionar las diferentes visiones de ciencia con el concepto de metodología científica, se obtiene que una visión absolutista tradicional de la ciencia estaría ligada al concepto de método científico, mientras una visión constructivista debería estar ligada al conceptos asociados a la diversidad de procesos relacionados con la actual visión de la metodología científica. Es así que, si el profesor tiene una idea absolutista tradicional de metodología científica, tiende a transmitir una visión de ciencia acorde con el modelo de método científico, es decir, enseña el método científico como base del quehacer científico. Esto conlleva, además, una visión objetiva de ciencia, sin conexión con la sociedad y sin el carácter creativo que se le atribuye al científico.

En este punto se hace necesario definir dos grandes posturas epistemológicas sobre la enseñanza de la metodología científica que se considerarán en esta investigación. Una de ellas es la posición que se considerará absolutista tradicional, que desde la metodología científica se centra en el uso y enseñanza del modelo de método científico. Por otro lado, la visión contemporánea de ciencia, en relación a la metodología científica, se considerará visión o modelo constructivista de enseñanza de la ciencia, la cual se centra en el uso y enseñanza del modelo de metodología científica basada en utilización de diversos procesos definidos por Grandy y Duschl (2007) para la generación de conocimiento científico. Considera además una base epistemológica de la integración de distintas disciplinas, acorde con las bases de la NdC.

Vildósola (2009) ha señalado que el profesorado de ciencias muestra una tendencia importante a vincular la ciencia con su dimensión metodológica. Particularmente, lo hacen desde el modelo del

método científico, universal y absoluto. Por esta razón, este estudio se centra en profundizar particularmente en este aspecto de la ciencia. La actual visión de la ciencia y de la metodología científica tiene un rol fundamental para mejorar la calidad de la educación científica y de la enseñanza de las ciencias. Un mejor conocimiento de este aspecto en los niveles de la enseñanza secundaria de Chile aportará elementos para promover mejoras en este sentido.

Objetivo general

Analizar cualitativamente las actitudes de profesores de química, biología y física de enseñanza media acerca de la metodología científica y asociar un modelo a sus actitudes.

METODOLOGÍA

Técnica de recogida de datos cualitativos

La obtención de datos cualitativos se realizó mediante la técnica de entrevista semi-estructurada, ampliamente descrita para este tipo de investigaciones. (Hernández, Fernandez-Collado, Baptista, 2006). Estas entrevistas se llevaron a cabo con el objetivo de obtener información relevante que permitió profundizar sobre el tema de estudio. Se utilizó la técnica de la entrevista semi-estructurada ya que permite abordar el tema que se investiga y, al mismo tiempo, recoger ideas acerca de lo que piensan, perciben, conocen los docentes de ciencias además de acercarse y conocer el ambiente que rodea al profesor. Para el registro de la información, se utilizó grabación digital de audio en un tiempo aproximado de 15 minutos por persona. La Tabla 1 muestra la base de preguntas que se establecieron para la entrevista. Estas preguntas fueron diseñadas exclusivamente para estas entrevistas.

Preguntas de acercamiento
Cual es su título profesional, y de que universidad lo obtuvo? Esta pregunta es solo para tener un registro.
Le gusta hacer clases en secundaria? ¿podría mencionar sus razones? Se siente conforme trabajando en esta institución?
Preguntas de Indagatorias
P1: ¿cómo enseñaría usted o ha enseñado el proceso por el cual se hace ciencia?
P2: Podría definir que cree usted que es la ciencia?
P3: Como cree usted que se hace ciencia?
P4: ¿los científicos son objetivos cuando hacen ciencia? ¿y la ciencia es objetiva?
P5: Que diferencia existe entre la ciencia y su método, el Método Científico?
P6: ¿enseña usted el proceso científico a sus estudiantes como una secuencia ordenada de pasos que se deben cumplir?
P7: ¿cree que existe una relación fuerte entre ciencia y sociedad?
P8: ¿qué procesos cree usted que identifican el hacer científico?

Tabla 1: Preguntas de entrevista semi-estructurada aplicada a profesorado de ciencias

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de las entrevistas ha permitido visualizar recurrente utilización de conceptos propios de los modelos epistemológicos tradicionales, dejando ver, no obstante sus ideas adecuadas, carencias en la definición de sus actitudes. Las frases que se señalan a continuación exponen las explicaciones de los profesores sobre estos aspectos:.

Empirismo

“(...)para mi, las ciencias son como bien claras, y el resultado final es uno es uno y tiene que ser el mismo para todos, pero no todos tienen las capacidades de llegar a esa interpretación”

Profesor 1

“(...)el método específicamente trata de ser un método objetivo, auto correctivo y un montón de otras cosas, pero yo creo que no siempre lo logra”

Profesor 2

Inductivismo

“Generalmente comenzamos con una experimentación muy ha... muy básica, formulando una hipótesis, tratando de generar una predicción y luego tratar de confirmar esa hipótesis”

Profesor 1

“(...)vamos a hacer una especie de unidad introductoria antes de la del programa y una de las cosas que decidimos en conjunto es que yo voy a abordar el método científico, para explicarles algunas cosas básicas”

Profesor 3

Modelo hipotético deductivo

“yo no pienso que sea el central pero si es fundamental.... A ver es que observarlo... yo paso todo el día observando y no saco conclusiones, no son observaciones científicas, entonces, yo estoy de acuerdo con que si la observación es no intencionada y no tiene una finalidad en alguna medida no me sirve específicamente digamos, que a partir de la hipótesis considero que uno ya empieza a trabajar científicamente.”

Profesor 3

“(...)en la parte de crear la hipótesis yo creo que si por que uno tiene que ir un poquito mas allá de lo que ve, antes de verlo digamos”

Profesor 1

Modelo constructivista

“lo que pasa es que yo, en ese sentido estoy de acuerdo con los que niegan el método por que creo que el método en si no hace la ciencia”

Profesor 3

“(...) y en el transcurso de la historia vemos como teorías que estaban ampliamente validadas por el método científico después no fueron”

Profesor 2

La Tabla 2 muestra resultados más específicos del contenido aportados en las entrevistas en la forma de ideas adecuadas e ideas ingenuas. Si bien se recogieron ideas adecuadas respecto a dimensiones como la relatividad del conocimiento científico, la diversidad de procesos implicados en la actividad científica, la relación teoría y práctica y la relación ciencia y sociedad. En sus aspectos ingenuos aluden a posiciones casi opuestas con sus ideas adecuadas, como la

relación superior de la ciencia en la sociedad, con la teoría respecto de la práctica, y la alusión al método científico.

Actitudes adecuadas	Actitudes ingenuas
<ul style="list-style-type: none"> • Ve y trasmite el "método científico" como una forma de hacer ciencia pero no la única. • Acepta que existen distintos procesos que no están explícitamente incluidos en el método científico y los reconoce como parte esencial de la investigación. • Trasmite la validez de estos procesos para hacer ciencia a sus estudiantes. • Acepta y trasmite que la ciencia se forma por una parte teórica y una práctica que son inseparables • Opina que la ciencia es distinta que su método (o sus métodos) y que ambos son constructos humanos, por lo que siempre tienen un grado de incertidumbre o error humano 	<ul style="list-style-type: none"> • A pesar de reconocer que existen distintos métodos para hacer ciencia, no los trasmite a sus estudiantes, o no admite del todo su existencia. • Considera que la ciencia y el científico son objetivos, y atribuye un estatus superior al conocimiento científico, basado en la objetividad del método. • Considera y trasmite las "verdades de la ciencia", no da la posibilidad de admitir que ese conocimiento por muy validado que se encuentre, pueda variar. • Reconoce que existen procesos que no están explícitamente incluidos en el método, pero no les atribuye mayor importancia, no los trasmite. • Reconoce que la ciencia tiene una parte teórica y una práctica, pero atribuye mayor validez a una o la otra. • Cree que la ciencia se hace en etapas sucesivas descritas por el método científico • Reconoce una relación entre ciencia y sociedad, da más atributos a la relación de la ciencia sobre la sociedad

Tabla 2. Síntesis de ideas adecuadas e ingenuas encontradas en las entrevistas

La Tabla 3 muestra los resultados del análisis general del contenido de las entrevistas realizadas a los tres profesores participantes en el estudio cualitativo. Se observa que la mayoría de las ideas del profesorado acerca de la metodología científica se vinculan al modelo empírico (26%), el modelo empírico inductivo (18,5%) y el modelo hipotético deductivo (18,5%). Se observó una escasa presencia de aspectos vinculados con el modelo constructivista (14,8%). Por profesor, los resultados muestran una clara tendencia en los profesores de física y biología a asociar la metodología con modelos tradicionales de tipo absolutistas sobre la metodología científica. El profesor de química mostró una escasa propuesta de conceptos sobre la metodología científica.

	Profesor 1 (Física)	Profesor 2 (Química)	Profesor 3 (Biología)	Frecuencia	% Presencia
Modelo empírico	4	1	2	7	26
Modelo inductivo	1	-	-	1	3,7
Modelo empírico-inductivo	1	2	2	5	18,5
Modelo Racional	-	3	-	3	11,1
Modelo Hipotético deductivo	1	-	4	5	18,5
Modelo positivista lógico	1	-	1	2	7,40
Modelo constructivista	1	2	1	4	14,8
Total	10	7	10	27	100%

Tabla 3. Frecuencias de la presencia de contenidos aportados por los profesores acerca de la metodología científica

El contenido de las entrevistas mostró concordancia con la propuesta de Vildósola (2009) ya que el profesorado de ciencias mostró actitudes similares al asociar la ciencia con los procesos tradicionales del método científico, como la observación experimentación, y elaboración de hipótesis. El profesorado de ciencias experimentales explicó su visión acerca de la metodología científica utilizando conceptos que son propios de procesos que forman parte de modelo empírico, inductivo e hipotético inductivo, y en menor proporción con el positivismo lógico.

Por otra parte, también en concordancia con los antecedentes previos, llama la atención la fuerte presencia de conceptos que nutren a modelos epistemológicos opuestos para explicar su visión acerca de la metodología científica. Esta heterogeneidad de ideas si bien puede tener un aspecto positivo, en el sentido que muestran una visión más amplia, también puede estar indicando un nivel importante de desconocimiento y desinformación acerca de la metodología de la ciencia en particular y sobre la naturaleza de la ciencia

CONCLUSIONES

El profesorado vincula la metodología científica con ideas que son propias de los modelos epistemológicos absolutistas. Una escasa proporción de ideas aludieron a una visión más informada acerca de la metodología científica. El profesorado mostró un escaso nivel de conceptos en la argumentación de sus respuestas a las preguntas de la entrevista. Esta ausencia de conceptos, modelos e ideas indican la presencia de deficiencias importantes sobre esta dimensión, que es fundamental para comprender y enseñar las ciencias experimentales. Las carencias en el conocimiento de los procesos de la ciencia tiene influencia en el desarrollo de competencias fundamentales asociadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la formación integral que permitan una adecuada alfabetización científica del estudiantado. En Chile, los actuales currículos de ciencias explicitan el desarrollo de diversas competencias asociadas a los procesos de la ciencia. No obstante, los avances en las líneas de investigación didáctica asociadas con este estudio evidencian la existencia de vacíos teóricos y prácticos esenciales en el profesorado, asociados con las exigencias que impone el actual currículo de ciencias de Chile.

REFERENCIAS

- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understanding of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42, doi: 10.1080/09500690410001673810
- Abd-El-Khalick, F., y BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 673-699.
- Acevedo-Díaz, J., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. y Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la Naturaleza de la Ciencia: Fundamentos de una Investigación Empírica. *Eureka, enseñanza y divulgación científica*, 4(1), 42-66.
- Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 39-55.
- Duschl, R. (1990). Restructuring science education. New York: Teachers College Press.
- Eflin, J, T; Glennan, S y Reisch, G (1999). The nature of science: A perspective from the philosophy of science. *Journal of research in science teaching*, 36(1), 107-116.

- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., y Praia, J. (2002). Visiones Deformadas de la Ciencia Transmitidas por la Enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad, en Luis del Carmen (coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Gil Perez, D. (1986). La Metodología Científica y la Enseñanza de las Ciencias. Unas Relaciones Controvertidas. *Enseñanza de las ciencias*, 4(2), 111-119.
- Grandy, R., y Duschl, R. (2007). Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. *Science & Education*, 16(2), 141-166, doi 10.1007/s11191-005-2865-z
- Hernández, R., Fernandez-Collado, C., Baptista, P. (2006) *Metodología de la Investigación*, 4ta ed, Mexico D. F: Mc Graw Hill
- Hodson, D. (1992) Assessment of practical work. Some considerations in philosophy of science. *Science & Education*, 1(1), 115-144
- Lakin, J., Giesler, B., Morris, K., y Vosmik, K. (2007). HOMER as an acronym for the Scientific Method. *Teaching of Psychology*, 34(2), 94-96, doi 10.1080/00986280701291317
- Laudan, L. (1990). *Science and relativism: Some key controversies in the philosophy of science*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Luft, J. (2001). Teachers' salient beliefs about a problem-solving demonstration classroom in-service program. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 517-534.
- Mc Comas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. En W. F. McComas. (Ed.), *The Nature of Science in Science Education* (pp. 53-72). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Mc Comas, W. F. y Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. En W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41-52). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Vildósola, X. (2009). *Las Actitudes de Profesores y Estudiantes, y la Influencia de Factores de Aula en la Trasmisión de la Naturaleza de la Ciencia en la Enseñanza Secundaria*. (Tesis inédita de doctorado) Universidad Autonoma de Barcelona, España.
- Yerrick, R., Parke, H., y Nugent, J. (1997). Struggling to promote deeply rooted change: The "flitering effect" of teachers' belief on understanding transformational views of teaching science. *Science Education*, 81, 137-159.

Análisis del pensamiento crítico de los estudiantes a partir del abordaje de las cuestiones sociocientíficas

Torres, N., Solbes, J.

Facultad de Educación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
yanethtorres@hotmail.com

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del diagnóstico acerca de las competencias que promueven el pensamiento crítico a partir del abordaje de una cuestión socio científica, relacionada con la privatización de la empresa de energía eléctrica de Boyacá EBSA, en un grupo de estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de una universidad Colombiana. Los resultados permiten evidenciar la necesidad de implementar estrategias didácticas que favorezcan el desarrollo y fortalecimiento de este tipo de competencias críticas.

Palabras clave

Pensamiento crítico, cuestiones socio científicas CSC.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales inconvenientes en la enseñanza de las distintas disciplinas es la no conexión de los conceptos orientados hacia problemas de la realidad social, por lo que los estudiantes manifiestan aprender distintos tipos de conocimientos sin aplicabilidad alguna a su cotidianidad (Fernández, 2003; Carvalho, 2007; Solbes & Vilches, 2004). Desde esta perspectiva, surge la necesidad de promover herramientas de crítica en el aula de clase que tomen algún sentido para los estudiantes. Una manera de solucionar en parte dicho problema, es la utilización de actividades didácticas como las cuestiones socio-científicas que permitan a los estudiantes estructurar su pensamiento crítico, es decir, una manera de pensar propia que les permite distinguir lo verdadero de lo falso, tomar posiciones frente a las situaciones sociales y tener un papel activo en las decisiones culturales y científicas asumidas desde una responsabilidad social.

Esta necesidad hace un llamado a que los educadores formulen estrategias didácticas que proporcionen a los estudiantes las herramientas necesarias para avanzar en el desarrollo del pensamiento crítico, de manera que se constituyan espacios donde los estudiantes sean protagonistas en la construcción de su propio conocimiento y se les permita combinar competencias para actuar de manera dinámica en los procesos escolares y sociales.

Por ello, conviene diseñar e implementar en los programas de formación docente estrategias didácticas que consideren las cuestiones socio-científicas como medio para el desarrollo del pensamiento crítico por lo que se requiere determinar qué competencias de pensamiento crítico en ciencias tienen los estudiantes universitarios en el ámbito de cuestiones socio-científicas.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Caracterización de las competencias de pensamiento crítico en ciencias que tienen los estudiantes universitarios a partir del abordaje de un cuestiones socio-científicas relacionada con la privatización de una empresa de energía.

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

El abordaje de cuestiones socio-científicas en la enseñanza de las ciencias abrió un camino concreto para impulsar desde una perspectiva crítica la educación ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) del currículo escolar de ciencias (Pedretti 2003, Rudduck, 1986). De manera que resultaba importante para la formación ciudadana de los estudiantes, comprender la ciencia como una actividad humana que presentaba múltiples controversias e incertidumbres en su constitución. Y esto requería de un análisis crítico del uso de las cuestiones socio-científicas en la práctica de los profesores de ciencias.

Las cuestiones socio-científicas de acuerdo a Zeidler et al. (2002), Cross & Price (1996), Jiménez-Liso et al. (2010), permiten evaluar el desempeño profesional y contribuyen a la formación de ciudadanos que participen en forma activa y fundamentada en la sociedad. Estas contribuyen no solo asumir papeles de la comunidad científica si no también asumir roles de la sociedad en general por lo cual los estudiantes proponen distintas explicaciones a diversos cuestionamientos que les permiten prepararse para enfrentar de manera correcta diversas problemáticas como Licenciados en Ciencias Naturales y Educación ambiental. Las cuestiones socio-científicas permiten la profundización de conceptos representativos con efectos en aspectos sociales, económicos, culturales y promueve reflexiones sobre la finalidad de la enseñanza de una disciplina con contenidos que permitan desarrollar actitudes acerca del desempeño profesional individual y colectiva en la sociedad.

En este sentido, es importante diseñar actividades que permitan utilizar temas de actualidad para evidenciar aspectos específicos que involucran competencias propias del futuro profesional de la educación con un interés particular en una sociedad mejor. Así, Dillon (1994), Aikenhead (2005), Ratcliffe & Grace (2003) manifiestan que el abordaje de cualquier disciplina debe considerar elementos controversiales que permitan desarrollar habilidades de argumentación, toma de decisiones, trabajo cooperativo, además de utilizar una metodología para desarrollar pensamiento crítico e independencia intelectual. Reis & Galvão (2004), Sadler (2009), Ramsey (1993), Pedretti (1995), Cross & Price (1996) y Solomon (1996), afirman de la misma manera que la utilización de cuestiones socio-científicas hace que los estudiantes enfrenten conflictos, formulen opiniones y tomen decisiones.

En cuanto a las competencias del pensamiento crítico, diversos autores (Aikenhead, 2005; Jiménez-Aleixandre, 2010; Solbes & Vilches, 1997; Sadler, 2009; Solomon, 1996) plantean la necesidad de comprender la ciencia como actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente y asumir la existencia de problemáticas socio científicas, es decir, controversias sociales que tienen su base en

nociones científicas. Esto supone estudiar el problema SC de manera integral, en su complejidad, de manera que se involucren dimensiones científicas y técnicas y, además, éticas, culturales, filosóficas, sociales económicas, ambientales, etc.

También se insiste (Jiménez-Aleixandre, 2010; Vieira et al., 2010; Yager, 1993) en la necesidad de estar informado sobre el tema, no limitarse al discurso dominante y conocer posturas alternativas, así como en cuestionar la validez de los argumentos, rechazando conclusiones no basadas en pruebas, detectar falacias argumentativas, evaluar la credibilidad de las fuentes teniendo en cuenta los intereses subyacentes.

Por último, hay que valorar y realizar juicios éticos en torno a la CSC atendiendo a la contribución de los mismos a la satisfacción de necesidades humanas, a la solución de los problemas del mundo y llegar a conclusiones que lleven a tomar decisiones fundamentadas y a promover acciones para el mejoramiento de la calidad de vida (Solbes & Vilches, 2004; Yager, 1993).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Pensar la enseñanza con la óptica del pensamiento crítico implica a su vez considerar los intereses propios de los estudiantes, lo que requiere que el docente investigue a fondo el contexto social, cultural y político de las comunidades a la cual pertenecen sus estudiantes.

Pero ante todo hay que considerar que establecer relaciones entre los conocimientos científicos y los procesos cotidianos no es una relación simple; requiere de un nivel de comprensión y claridad tanto del léxico científico como del uso cotidiano del lenguaje para poder establecer analogías pertinentes y ejemplos claros. Atendiendo a lo anterior, se eligió una cuestión controversial del contexto relacionada con la privatización de la empresa de Energía de Boyacá que permitió diseñar la prueba diagnóstica con la finalidad de caracterizar la competencias del pensamiento crítico en los estudiantes participantes en el estudio.

En la caracterización de las competencias propias del pensamiento crítico participaron 57 estudiantes, distribuidos en dos grupos, el primero conformado por 31 estudiantes que cursan la asignatura Química General de primer semestre y el segundo corresponde a 26 estudiantes que cursan la asignatura Didáctica General de sexto semestre. Ambos grupos pertenecen a la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).

Para efectos del análisis de los datos suministrados por este instrumento se realizaron dos niveles de interpretación, uno que corresponde a mirar cuantitativamente el porcentaje de estudiantes que responden a las preguntas y que dará cuentas de las competencias y el otro realizando descripción textual de las respuestas dadas por los estudiantes, con el propósito de identificar y discutir las dificultades y contribuciones de cada pregunta planteada en la cuestión socio-científica del pre test que corresponde a la generación de la Energía Eléctrica en Boyacá y la privatización de la empresa EBSA.

En el anexo se presenta las competencias establecidas para el pensamiento crítico según la investigación que adelantan los autores de esta comunicación; las preguntas del pre test fueron direccionadas a recoger información de cada competencia lo que permitió obtener el porcentaje alcanzado de cada competencia en los grupos de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS MISMOS

Comparando las respuestas de los dos grupos se evidencia que los estudiantes obtienen valores por debajo del 50% en este tipo de competencias. También se constata que los estudiantes del grupo de didáctica obtienen porcentajes mayores en cada una de estas. Esto se puede explicar considerando que los estudiantes del grupo de didáctica cursan sexto semestre de la licenciatura y han cursado asignaturas relacionadas con aspectos sociales y ambientales como la Educación ambiental. En el grupo de química se observó este orden de dificultad de cada una de las competencias: $5 \leq 3 \leq 2 \leq 4 \leq 1$, mientras que en el grupo de Didáctica se evidencia un orden de dificultad muy similar: $5 \leq 2 \leq 3 \leq 4 \leq 1$.

Los resultados también muestran que la competencia N.5 es la que menor valor obtiene; considerando que los estudiantes de los dos grupos no responden en su mayoría las preguntas. En el caso de los estudiantes del grupo de química el 71 % NR o manifiestan respuestas fuera de contexto y en el caso de los estudiantes de Didáctica 54% con respuestas de NR. En esta competencia es evidente que los estudiantes tienden a dar opiniones alejadas de su acción personal, es decir, no destacan la manera como cada individuo pueda hacerse partícipe de la CS.

Frente a la competencia N. 1 los estudiantes reconocen sin dificultad que el problema es la privatización de la empresa, sin embargo, muchos no relacionan la cuestión de la privatización con el estudio de la ciencia.

En la competencia N.2, que tiene por objeto caracterizar que tan informados están los estudiantes sobre el tema, se evidencia que frente a la afirmación presentada en el pretest: *“Se afirma que las centrales hidroeléctricas no son contaminantes, ayudan a frenar la emisión de CO₂ y no producen impactos ambientales”* no hay cuestionamiento de su veracidad (esto es más evidente en estudiantes del grupo de Química) y aceptan la afirmación sin evaluar su credibilidad.

La competencia N.3, corresponde al estudio del problema SC de manera integral, en su complejidad, de manera que se involucren dimensiones científicas y técnicas y, además, éticas, culturales, filosóficas, sociales, económicas, ambientales, etc. Se detecta que los estudiantes solo transcriben lo que ven en la imagen, sin interpretar el proceso efectuado para la generación de la energía eléctrica y, además, manifiestan no conocer otros procedimientos que permitan hacer girar la turbina y generar la energía eléctrica. En la tercera pregunta de esta competencia relacionada con la producción de energía en Boyacá los estudiantes manifiestan que la produce la empresa EBSA pero desconocen todo el proceso que ocurre para la generación de la energía eléctrica; no explican la procedencia del combustible y el proceso como tal de la producción de la energía eléctrica.

Esta competencia es la segunda con valores más bajos en el grupo de química y la tercera en el grupo de didáctica, lo cual hace evidente la dificultad que tienen los estudiantes al estudiar el problema de manera integral.

En la competencia N. 4; que tiene como finalidad caracterizar si los estudiantes son capaces de realizar juicios éticos en torno a la contribución de la implementación de la energía eléctrica en el país, muchos optaron por no responder esta pregunta y otros argumentaban solo destacando la importancia económica de la energía eléctrica en el país: *La valoración de la energía eléctrica no es muy adecuada y eficiente para la alta producción en el país.*

Sin embargo, también se evidencia que responden con facilidad nuevamente la pregunta relacionada con la privatización, pero es evidente que los estudiantes no suelen realizar juicios éticos y sólidos respecto a CS.

A continuación se señalan en la tabla 1 los porcentajes de explicaciones adecuadas (EA) alcanzados por cada competencia en los grupos de estudiantes participantes:

Competencias de Pensamiento Crítico	Est. Química (%)	Est. Didáctica (%)
1	37	44
2	13	21
3	7	25
4	33	38
5	0	11

Tabla 1: % Alcanzados en cada competencia

Para el análisis por competencias individuales se consideraron el número de estudiantes que realizan una explicación adecuada (EA), una explicación con rasgos generales (ERG), el número de estudiantes que no responden (NR) y los que realizan una explicación fuera de contexto de cada grupo de estudio (EF).

Por ejemplo en el caso de la primera competencia:

CURSO	¿Identificas problemas en lo anteriormente descrito?. En caso afirmativo ¿Cuáles y Por qué? (%)				Consideras que la situación descrita anteriormente puede ser objeto de reflexión de las ciencias (%)			
	EA	ERG	NR	EF	EA	ERG	NR	EF
QUIMICA	(17) 54,8	(7) 22,5	(2) 6,4	(5) 16,1	(6) 19,3	(7) 22,5	(18) 58,0	(0) 0,0
DIDACTICA	(18) 69,2	(4) 15,3	(1) 3,8	(3) 11,5	(5) 19,2	(6) 23,0	(10) 38,4	(5) 19,2

Tabla 2: % de respuestas en la competencia 1

En esta primera pregunta un 5% de la totalidad del grupo de estudiantes no responden (NR) y un 13,8% manifiestan que no es claro el problema, por lo que argumentan en sus respuestas opiniones como. *Son simplemente problemas de orden económico, puesto que dicen que la nación no tiene presupuesto para mantener el servicio y por esto busca la ayuda de inversionistas privados.*

En la segunda pregunta para este tipo de competencia la mayoría de los estudiantes 58% (Química) y 38,4 (Didáctica) no responden la pregunta, lo cual hace evidente la falta articulación de cuestiones sociales con los temas de ciencia, viendo esta última un conjunto de ecuaciones y fórmulas y no su influencia en la sociedad y el ambiente.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Se evidencia que la mayoría reconoce el problema de la privatización y las implicaciones de esta, pero no lo articulan con aspectos de la ciencia, lo cual permite

determinar que hace falta implementar estrategias didácticas que orienten al estudiante en la manera de cuestionar la información dada, para que no crean y se queden con la opinión dominante del momento.

Algunos estudiantes solo ven la dimensión económica en la situación presentada, dado que manifiestan *Estoy de acuerdo con la producción de energía por que se produce con recursos del medio y de las minas*, pero no consideran los efectos e impactos que conllevan este tipo de procedimiento que permitiera utilizar medidas más sostenibles.

Se demuestra cierta marginalización de aspectos sociales, políticos, éticos, ambientales y científicos en el abordaje de la CS. Los estudiantes tienden a ofrecer argumentos muy comunes que podrían estar influenciados por medios de comunicación. Por eso hace falta profundizar en un discurso crítico que permita asumir posturas frente a este tipo de controversias con un nivel de profundidad propia de los licenciados en Ciencias Naturales, que serán los futuros formadores de las generaciones venideras.

Pese a muchos de los estudios sugieren un cambio en la educación científica en todo el mundo, los resultados evidencian que la enseñanza de las ciencias sigue teniendo un carácter instrumental dado que los estudiantes no están familiarizados con la forma en que la ciencia afecta a la vida de las personas ni con la toma de decisiones que requieren de un conocimiento científico.

El diagnóstico realizado en este trabajo nos permite conocer las dificultades que han tenido los estudiantes y, en consecuencia, nos permitirá proponer estrategias que formen a científicos y ciudadanos con pensamiento crítico que usen la ciencia para tomar decisiones fundamentadas.

BIBLIOGRAFÍA

Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea o como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124.

Carvalho, A. M. (2007). Habilidades de los profesores para fomentar la enculturación científica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, n. extra. 9-22.

Cross, R. & Price, R. (1996). Science Teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of research in science teaching*. 33,(3), 319-333.

Dillon, J. (1994). *Using discussion in classrooms*. Buckingham: Open University Press.

Fernández. G. (2003). *O Ensino de Bioquímica para o curso de Fisioterapia*. Santa Catarina: Editorial USC.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Jiménez-Liso, M.R.; Hernández-Villalobos, L. & Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Eureka Ens. Div. Cienc.*, 7(1), 107-126.

Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes, en Zeidler, D. (eds). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*, (pp. 219-239). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 77(2), 235-258.

Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Philadelphia: Open University Press.

Reis, P. & Galvão, C. (2004). The impact of socio-scientific controversies in Portuguese natural science teachers' conceptions and practices. *Research in Science Education*, 34 (2), 153-171.

Rudduck, J. (1986). A strategy for handling controversial issues in the secondary school. En: Wellington J., *Controversial issues in the curriculum*, (pp. 6-18). Oxford: Basil Blackwell.

Sadler, T. D. (2009). Socioscientific issues in science education: labels, reasoning, and transfer. *Cultural Studies in Science Education*, 4,(3) 697-703.

Solbes, J. & Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81 (4), 377-386.

Solbes, J. & Vilches, A. (2004) Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), 337-348.

Solomon, J. (1996). STS in Britain: science in a social Context. In: Yager, R. (Org.) *Science/Technology/Society as reform in science education*. New York: State University.

Vieira, M. R., Tenreiro-Vieira, C. & Martins, E. (2010). Pensamiento Crítico y literaria científica. *Alambique*, 65,96-103.

Yager, R. E. (1993). Science and critical thinking. In Clarke, J.H. & Biddle, A.W. (Eds.), *Teaching critical thinking: Reports from across the curriculum*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Zeidler, D.; Walker, K.; Ackett, W. A. & Simmons, M. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86 (3), 343 – 367.

Anexo. Competencias para el pensamiento crítico

COMPETENCIA	PREGUNTAS DEL PRETEST
1. Comprender la ciencia como actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente y asumir la existencia de problemáticas socio científicas, es decir, controversias sociales q tienen su base en nociones científicas.	III.1. <i>¿Identificas problemas en lo anteriormente descrito?. En caso afirmativo ¿Cuales y Por qué?</i>
	III.2. <i>Consideras que la situación descrita anteriormente puede ser objeto de reflexión de las ciencias</i> Si ___ No ___ <i>En caso afirmativo ¿En qué aspectos y Por qué?.</i>
2. Estar informado sobre el tema, no limitarse al discurso dominante y conocer posturas alternativas Cuestionar la validez de los argumentos, rechazando conclusiones no basadas en pruebas, detectar falacias argumentativas, evaluar la credibilidad de las fuentes teniendo en cuenta los intereses subyacentes.	II.2. <i>¿Está de acuerdo con la afirmación anterior? ¿Cuál ha sido el impacto de las centrales hidroeléctricas en el ambiente y la sociedad? 2. ¿Y el de las térmicas?</i>
	III.4. <i>Estás de acuerdo con la forma de producción de la energía eléctrica en el departamento de Boyacá.</i>
	III.5. <i>¿Qué controversias o desacuerdos científicos relacionados con la producción y el uso de la energía eléctrica se han dado?:</i>
3. Estudiar el problema SC de manera integral, en su complejidad, de manera que se involucren dimensiones científicas y técnicas y, además, éticas, culturales, filosóficas, sociales económicas, ambientales, etc.	I.1. <i>Observa el esquema que aparece a la derecha y describe el procedimiento que se requiere para la generación de la energía eléctrica.</i>
	I.2. <i>¿Que otros procedimientos conoces que permitan hacer girar la turbina para producir energía eléctrica?</i>
	II.1. <i>¿Cómo se produce la energía eléctrica en Boyacá y quien la produce?</i>
4. Valorar y realizar juicios éticos en torno a la CSC atendiendo a la contribución de los mismos a la satisfacción de necesidades humanas, a la solución de los problemas del mundo.	III.3. <i>Estás de acuerdo con la privatización de la EBSA. ¿Por qué?</i>
	III.6. <i>Suponga que usted es invitado a un debate donde se discute la implementación de energía eléctrica en el país, y se requiere saber su valoración profesional respecto a la temática, ¿cuál sería tu declaración?.</i>
5. Llegar a conclusiones q lleven a tomar decisiones fundamentadas y a promover acciones para el mejoramiento de la calidad de vida y que son capaces de transformar su realidad solucionando diferentes situaciones a nivel personal, familiar y laboral.	III.7. <i>Basándote en la declaración anterior que decisiones sería necesario asumir a nivel personal, laboral, y familiar respecto a la situación anterior.</i>

La física y la química en el grado de magisterio: Un reto para los alumnos, un reto para la facultad.

Cid Manzano, R. y Bravo Torija, B.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela

e-mail: ramon.cid@usc.es

RESUMEN

El estudio de la formación del profesorado de primaria respecto a la enseñanza de las ciencias, sus limitaciones en el conocimiento del área, y su grado de confianza en su implementación en el aula ha sido estudiado desde la investigación educativa desde hace varias décadas (Cachapuz, 1992; Harlen, 1997; Mellado Jiménez, 1996; Palmer 2004). En nuestro trabajo, nosotros abordamos algunos aspectos que ya han sido estudiados, en particular cómo es el perfil del alumnado que nos encontramos en el segundo año del grado de maestro (N= 136) y qué dificultades tanto conceptuales como procedimentales encuentra en la realización de las prácticas llevadas a cabo durante las clases interactivas. Este año en la Universidad de Santiago de Compostela, este análisis podría tener una especial relevancia, ya que nos encontramos en un momento de cambio por dos razones: 1) es el primer año en que se imparte la asignatura de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias I, por lo que consideramos interesante hacer una reflexión sobre los resultados obtenidos tras la finalización del curso escolar; y 2) que es la primera vez en que parte del alumnado (37%) han tenido la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, lo que supone que un mayor número de alumnos han mantenido contacto con las ciencias durante la educación secundaria. Los resultados y las implicaciones que se derivan del estudio se abordan más adelante.

Palabras clave

Formación profesorado, dificultades de aprendizaje, enseñanza-aprendizaje de física y química, alfabetización científica.

FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE PRIMARIA EN CIENCIAS Y SUS DIFICULTADES: MARCO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El estado de la enseñanza de las ciencias en primaria ha sido una preocupación constante desde los últimos años. Numerosos estudios han mostrado que tanto los profesores de primaria en activo como los futuros tienen un limitado conocimiento de las ciencias, incluso les llegan a disgustar, por ejemplo Skamp (1992) y Trumper (1998). En otros se ha mostrado, como por ejemplo Harlen (1997), que como resultado de estas dificultades, los profesores de primaria en formación muestran menos confianza en su conocimiento y destreza en la enseñanza de las ciencias que en otras asignaturas. En concreto Harlen encontró que los profesores parecían tener mayor confianza a la hora de abordar contenidos relacionados con Biología y la tierra y el espacio y menos con temas

relacionados con la energía y las fuerzas.

Autores como Oliva Martínez y Acevedo Díaz (2005) y Cachapuz (1992) consideran que estas dificultades son debidas a que existen carencias en la formación inicial en ciencias, es decir que las especialidades que se imparten en las Facultades de Ciencias de la Educación no proporcionan a los profesores de educación primaria una adecuada formación en las materias de ciencias ni en las correspondientes didácticas específicas y atribuyen estas deficiencias a la escasa presencia de asignaturas relacionadas con el área en los planes de estudio de la diplomatura. Por tanto consideran que es necesaria una reestructuración de los currículos de formación científica inicial adecuándolos a las necesidades del alumnado no sólo en cuanto al conocimiento disciplinar sino también en relación a cómo ha de ser la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Ya que como han mostrado estudios como el de Young y Kellogg (1993), la forma en que el profesor en formación percibe la enseñanza de las ciencias durante su escolarización tiene gran influencia en sus concepciones pedagógicas; estas se caracterizan por ser muy estables y permanentes en el tiempo, incluso después de la formación inicial. Por ejemplo suelen tener representaciones de las clases de ciencias como aulas en que se da importancia al respeto y al silencio y que se concede prioridad al discurso informativo del profesor. En la mayoría de estas aulas, apenas hay actividades de laboratorio, sin embargo predominan estrategias de enseñanza como lecturas del profesor, uso de libro de texto (Appleton, 1999). Por tanto es imprescindible que durante la etapa de formación se lleven a cabo cursos en que se convine el aprendizaje de contenidos científicos y metodología, realizando un debate abierto acerca de la naturaleza del trabajo científico y sus implicaciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Oliva Martínez y Acevedo Díaz, 2005). Palmer (2004) encontró que para profesores de primaria en formación este tipo de cursos pueden ser más efectivos para promover tanto el aprendizaje de ciencias como desarrollar actitudes positivas hacia esta área de conocimiento. Por tanto es importante estudiar qué conocimiento científico posee el futuro profesorado de primaria y cómo actúa este en el aula durante su formación. Este aspecto fue explorado por diversos autores, entre ellos Paixao y Cachapuz (1999) y Mellado Jiménez (1996).

En este trabajo, nos basamos en Mellado Jiménez (1996) quien considera que durante la etapa de formación inicial se distinguen dos componentes en la práctica del profesorado, que se encuentran íntimamente relacionados entre sí, el componente estático y el componente dinámico. En el componente estático el autor incluye los conocimientos académicos, en este caso conocimientos de ciencias, los conocimientos psicopedagógicos generales y el conocimiento teórico de didáctica de las ciencias. En el dinámico, se incluye el conocimiento de sí mismo, la reflexión personal y las prácticas de enseñanza. En este trabajo nosotros nos centramos en el estudio del componente estático, concretamente en el conocimiento de ciencias y las dificultades encontradas por el alumnado durante la realización de las actividades propuestas en las clases interactivas de la asignatura de Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias I, correspondiente al segundo curso del grado de maestro de primaria. Este es el primer año que se imparte esta nueva asignatura que forma parte del plan Bolonia, en el que se incrementan de forma notable el número de horas de laboratorio de 10 a 24 horas. Además coincide con que es el primer año en que parte del alumnado (37%) ha tenido durante el bachillerato la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Debido a todo esto, consideramos de interés realizar una reflexión acerca de qué características tiene nuestro alumnado, cómo ha trabajado y qué dificultades se ha encontrado durante la realización de las actividades.

Esto esperamos que nos proporcione una visión acerca de los retos que supone tanto para el alumnado como para la facultad la incorporación y desarrollo de las nuevas asignaturas de grado.

METODOLOGIA

Participantes, contexto y tarea

Los participantes son 136 alumnos de segundo de grado de magisterio de primaria que este año cursaban la asignatura de Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias I en la Universidad de Santiago de Compostela. Esta asignatura es la primera vez que se implementaba en el aula, y aborda principalmente temas relacionados con la didáctica de la física y la química. Estos fueron seleccionados teniendo en cuenta los bloques de contenidos, tanto conceptuales como procedimentales y actitudinales que forman parte del actual currículo de primaria en la comunidad de Galicia (Conselleria de educación y ordenación universitaria, 2007).

Las tareas analizadas en este trabajo son: 1) un cuestionario en que se planteaba al alumnado distintas cuestiones, por ejemplo cómo accedió al grado de magisterio, qué bachillerato realizó o si curso Ciencias para el Mundo Contemporáneo (ver anexo); y 2) las memorias escritas de los estudiantes tras la realización de las clases interactivas y en las que los alumnos trabajaban temas diversos desde el comportamiento de la luz, teniendo que responder a la pregunta ¿Por qué el cielo es azul?, las distintas técnicas de separación, en particular la cromatografía con el fin de identificar si la tinta era una sustancia o una mezcla, hasta el magnetismo o la lectura de una factura de la luz. En el laboratorio, los alumnos son divididos en grupos de cuatro o cinco personas, lo que da lugar a 39 pequeños grupos, con lo que dispusimos para el análisis de las dificultades del alumnado 39 memorias de prácticas completas.

Recogida de datos y análisis

En este apartado tenemos que distinguir la recogida de dos tipos de datos. Por un lado para responder al primer objetivo de investigación, examinar el perfil del alumnado de magisterio, se recogieron 109 encuestas que proporcionaban información acerca del alumnado. Las encuestas se realizaron durante la clase expositiva, esta es la razón por la que su número es inferior al número de participantes. Por el otro para responder al segundo objetivo, identificar las dificultades de los estudiantes durante la realización de las prácticas, se recogieron sus producciones escritas. Para el análisis nos basamos en la literatura sobre formación inicial del profesorado y en los datos proporcionados por el alumnado, distinguiendo distintas categorías en función de las dificultades identificadas.

RESULTADOS

Identificación de las características del alumnado

Con el fin de examinar las características del alumnado y de cómo se siente a la hora de enseñar ciencias en primaria, elaboramos un cuestionario (ver anexo) en el que pretendíamos conocer cuál era el origen de ese alumnado y que contacto había tenido previamente con las asignaturas de ciencias durante la secundaria y el bachillerato, dando especial importancia a si habían cursado Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CCMC) y que temas habían abordado en caso que fuera afirmativo. También tiene que

valorar de 1 a 6 como se siente a la hora de enseñar ciencias, tanto a nivel general como en cada uno de los bloques de contenidos que se abordan en el currículo de primaria, por ejemplo el agua, la atmosfera o el magnetismo. En los resultados obtenidos, en primer lugar identificamos el origen del alumnado, en segundo el contacto previo con las asignaturas de ciencias, incluyendo CCMC, y en tercero cómo se siente el alumno a la hora de impartir una clase de ciencias.

Origen del alumnado: los resultados muestran que más de la mitad del alumnado (56%) que accedió a magisterio lo hizo a través de los bachilleratos de ciencias sociales y humanidades. Un 27,5% a través de los bachilleratos de Ciencias de la Salud y el tecnológico. Un 10% a través de módulos de formación profesional y un 7% a través de licenciaturas. De los 18 alumnos que no accedieron a través del bachillerato solo tres de ellos habían realizado un bachillerato de ciencias. Por tanto la mayoría del alumnado podríamos considerar que tiene un conocimiento de ciencias limitado, esto concuerda con otros estudios por ejemplo Trumper (1998).

Contacto previo con las ciencias: en el último curso de secundaria, el 81 % de alumnado tuvo contacto con las ciencias, siendo mayor la proporción de alumnos que tuvieron biología y geología que física y química. Esta cantidad va disminuyendo según ascendemos en cursos escolares, en concreto el cambio más drástico se observa en el paso de 4º de ESO a 1º de Bachillerato en que porcentaje de alumnado desciende a solo un 31%. Que el alumnado abandone las asignaturas de ciencias durante los años escolarización es una realidad en distintos países y numerosos estudios de investigación ya han señalado este problema. También han sido propuestas posibles alternativas como por ejemplo acercar más las ciencias a la vida cotidiana del alumnado para conseguir despertar su interés. En cuanto a los alumnos que cursaron CCM, solo suponen un 37% del alumnado, también les solicitamos que indicaran los temas de ciencias abordados en la asignatura, encontrando que la mayoría de ellos habían tratado el agua y el universo. En algunos casos, concretamente dos alumnos, aunque habían cursado la asignatura, durante la misma no habían trabajado con ningún tema de ciencias.

Cómo se siente el alumnado a la hora de impartir ciencias: para poder conocer la opinión de los estudiantes se les proporciono una escala del 1 al 6 en el que el 1 significaba que se veía incapaz y el 6 que se encontraba completamente preparado. Los resultados muestran que más de la mitad del alumnado se encuentra entre los niveles 3 y 4, y solo cinco alumnos consideran que se ven completamente preparados, es decir se sitúan a sí mismos en el nivel 6. Todos ellos realizaron algún bachillerato de ciencias. Esto también concuerda con lo encontrado en otros estudios como Harlen (1997) y Palmer (2004) que muestran que profesores en formación que consideran que tiene un bajo conocimiento en ciencias, tienen menos confianza a la hora de abordar contenidos en ciencias que en otros contenidos disciplinares.

Una vez examinado el perfil del alumnado del estudio, dirigimos nuestra atención a la identificación de las dificultades encontradas por los estudiantes durante la realización de las prácticas de laboratorio.

Dificultades durante la realización de las prácticas de laboratorio

Para el análisis utilizamos las memorias de 12 clases interactivas, de las cuales solo en una de ellas no se realizaban prácticas de laboratorio y otra era una salida de campo

relacionada con la energía eólica y el funcionamiento de los molinos de viento en la que se solicitaba al alumnado realizar distintas operaciones matemáticas básicas como sumar, multiplicar y dividir, procedimientos necesarios en el aprendizaje de las ciencias. Una vez analizado el resultado obtenido por los 39 grupos de laboratorio, se abordan brevemente algunas de las dificultades identificadas:

Falta de rigor científico: se detecta un exceso de lenguaje impreciso, utilizando expresiones que no son apropiadas, por ejemplo aunque en el lenguaje cotidiano podemos decir “el agua tiene mucho calor”, “la luz contiene unas características” o “después de chocar la luz con el aire explota en muchos colores”. A menudo en el lenguaje utilizado por el profesorado en formación se encuentran incorrecciones, llegando a revelar dificultades en el dominio de conceptos científicamente aceptados. A esto se suman que el uso del lenguaje cotidiano en el aula de ciencias, ya que uno de los objetivos es que el alumnado sea capaz de distinguir entre el lenguaje cotidiano y el de la “clase de ciencias” es necesario que esta destreza sea adquirida en primer lugar por el profesorado en formación.

Confusión entre distintas magnitudes como masa y fuerza o potencia y energía (consumida o producida), en ambos casos estas confusiones podrían ser debidas a que los estudiantes no entienden el significado de cada una de ellas. Por ejemplo en la práctica del consumo eléctrico y en la de los molinos de viento, al alumno se le solicitaba calcular a partir de una potencia dada la energía consumida o producida. En los dos casos, la mayoría de ellos olvidaban tener en cuenta el número de horas en que el dispositivo estaba funcionando y únicamente consideraban la potencia. Incluso tuvieron dificultades a la hora de identificar la unidad de medida adecuada.

Dificultades en la realización de operaciones matemáticas básicas como multiplicaciones, divisiones y cálculo de porcentajes a la hora de obtener el rendimiento del funcionamiento real de un molino de viento. También se observó *dificultades en la interpretación de datos y su transformación en tablas y gráficas*, en particular tenían problemas para identificar la variable dependiente de la independiente y para entender el significado de directamente e inversamente proporcional, lo que a su vez les obstaculizaba la adecuada interpretación de los datos. Consideramos que para intentar solventar el problema se debería utilizar en el nuevo grado de magisterio una metodología globalizadora. Es decir creemos que es necesario que exista una relación entre las distintas asignaturas, es decir se puede y se debe desarrollar destrezas propias de la competencia matemática y lingüística en ciencias al igual que la competencia científica en matemáticas y lengua si las asignaturas se coordinaran y se realizaran actividades para tal fin. Esto es importante ya que es lo que se solita al profesorado de primaria en el aula. Uno de los objetivos de la educación primaria es que sea globalizadora, que las distintas áreas de conocimiento se relacionen entre sí, por tanto si para los futuros profesores esto va formar parte de su día a día en el aula, tienen que comenzar a adquirir esta destreza durante su formación inicial.

Dificultades en la transferencia y aplicación del conocimiento: aunque ser capaz de aplicar el conocimiento a distintos contextos es imprescindible para considerar que un alumno es competente (MEC, 2007). Encontramos que el profesorado en formación tenía dificultades a la hora de aplicar el término de presión para explicar porque es necesario un traje espacial en la luna. Parte de ellos en lugar de relacionar la necesidad del traje espacial con las consecuencias sobre el ser humano de la ausencia de presión en la luna, lo

relacionaban con la falta de gravedad, que no había sido tratado en el aula. No reconocían por tanto que se solicitaba que aplicaran el conocimiento “aprendido” en el aula a otro contexto distinto.

Una vez identificadas las dificultades de los estudiantes en el desempeño en las prácticas de laboratorio, dirigimos nuestra atención a las conclusiones e implicaciones educativas que se derivan de este trabajo.

CONCLUSIONES

Este es el primer año en que se imparte el grado de magisterio en el segundo curso y en el que se ha implementado por primera vez la asignatura de Enseñanza y aprendizaje de las ciencias I. Además coincide con otra particularidad que es la primera vez en que parte del alumnado curso durante el bachillerato la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Por estas dos razones consideramos de interés hacer una reflexión acerca del desempeño del alumnado durante la asignatura, en particular durante las clases interactivas, la mayoría de ellas prácticas de laboratorio, con el objetivo de identificar las dificultades encontradas por el alumnado en su desarrollo. De esta forma para los cursos siguiente esperamos poder determinar a qué retos nos enfrentamos tanto los futuros profesores de primaria como sus formadores.

Con este fin, en primer lugar consideramos necesario examinar qué tipo de alumnado encontramos en el segundo año del grado de magisterio de primaria, encontrado que al igual que en otros estudios como Skamp (1992) y Trumper (1998), un porcentaje importante de alumnado evito las materias científicas en su formación en secundaria, siendo más notable en cursos superiores, primero y segundo de bachillerato. Consideramos, al igual que Harlen (1997), que esto podría estar relacionado con la falta de confianza a la hora de trabajar con estos conocimientos en el aula. Es necesario también indicar que aun hoy en día se sigue aceptando como natural que la elección de la carrera de Magisterio es consustancial a opciones en la secundaria obligatoria y post-obligatoria en las que no aparecen materias del área científico-técnico, lo cual se encuentra completamente alejado de la realidad. Por tanto consideramos que es necesario reflexionar acerca de que perfil debería tener un futuro profesor de primaria, por ejemplo si es necesario que tenga conocimientos básicos de conceptos tanto conceptuales como procedimentales y actitudinales, e informar adecuadamente al alumnado. Como señala Harlen (1997) es crucial que los maestros de primaria tengan el conocimiento necesario no solo para transmitir toda la información al alumnado sino también para ser capaces de plantearles preguntas que les lleven a revelar y a reflejar sus ideas acerca de las ciencias. Para llevarlo a cabo los profesores tienen que tener la capacidad de entender las ideas y los problemas que ellos están buscando que los alumnos resuelvan. Sin embargo los resultados que se deducen de los informes de las actividades experimentales muestran serias dificultades en la correcta utilización del lenguaje científico, presentando carencias conceptuales importantes en los principales bloques de contenido propio de primaria. Por lo que consideramos que se hace necesario que el currículo de las materias relacionadas con las ciencias experimentales existentes en el Grado de Magisterio insistan, tanto en las sesiones expositivas como en las interactivas, en el trabajo sobre contenidos científicos. Con esto no queremos decir que los futuros profesores tengan que ser capaces de contestar a todas las preguntas que formula el alumnado sino que deberían adquirir las destrezas básicas, como búsqueda y selección de información así como su adecuada interpretación etc., destrezas propias del trabajo científico, para ser capaces de manejar estas preguntas y

transformarlas en nuevas oportunidades de aprendizaje. Por todo lo mencionado anteriormente y considerando el número limitado de créditos de las materias dedicadas a las ciencias entendemos que debemos dedicar una buena parte del tiempo a ayudar a los estudiantes a acercarse al trabajo científico conceptual y experimental, para que rompan el prejuicio que la mayoría tienen de inicio acerca de estas materias. A la vez que consideramos necesario que el futuro profesorado de primaria sea competente científicamente, lo que implica formar parte de una ciudadanía “alfabetizada” científicamente. Para ello los formadores de este tipo de alumnado deberíamos dirigir nuestros esfuerzos a conseguir tal fin, por ejemplo promoviendo ambientes de aula en que se “haga” y se “hable” ciencias y conectando los contenidos disciplinares con problemas de la vida cotidiana, de tal forma que se favorezca a su vez la transferencia de conocimiento. Si los futuros profesores de primaria adquieren esas destrezas durante su formación podríamos conseguir que estas sean transmitidas al alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, código EDU-2009-13890-C02-01. Al alumnado que participo en el estudio.

BIBLIOGRAFÍA (selección)

- Appleton, K. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practices, *International Journal of Science Education*, 21(2), 155-168.
- Cachapuz, A. F. (1992). Improving Primary Science Teaching in Portugal. *Primary Science Review*, 23, pp. 32-34.
- Conselleria de Educación y Ordenación Universitaria. (2007). *Decreto 130/2007, de 28 de junio, por el que se establece el currículo de la educación primaria en la Comunidad Autónoma de Galicia*.
- Harlen, W. (1997). Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom. *Research in Science Education*, 27(3), 323-337.
- Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesorado de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Oliva Martínez, J. M., y Acevedo Díaz, J. A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 2 (2), 241-250.
- Palmer, D. (2004). Situational interest and the attitudes towards science of primary teacher education students. *International Journal of Science Education*, 26(7), 895-908.
- Paixao, M. F., y Cachapuz, A. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 69-77.
- Skamp, K. (1992). Science discipline knowledge for primary teachers. *South Pacific Journal of Teacher Education*, 20, 121-136.
- Young, B.Y., y Kellogg, T. (1993). Science attitudes and preparation of preservice elementary teachers. *Science Education*, 77(3), pp. 279-291.

ANEXO

Información sobre el alumnado

1. Accediste al grado de magisterio desde		
2. Año en que finalizaste el bachillerato		
3. Modalidad de bachillerato cursada		
4. Materias de Ciencias cursadas en 1º BAC		
5. Materias de Ciencias cursadas en 2ºBAC		
6. Materias de Ciencias cursadas en 4ºESO		
7. Si cursaste CCMC en 1ºBAC, ¿Que contenidos recuerdas de los que estamos viendo en la materia de Grado recuerdas haber trabajado en esa asignatura?		
8. ¿Cómo te sientes a la hora de enseñar ciencias en el aula de Primaria? Valóralo de 1 (incapaz), a 6, muy seguro/a de mi mismo/a		
9. Indica con un número del 1 al 6 (la misma valoración que en el apartado anterior) la dificultad a la hora de llevar los siguientes bloques de contenidos al aula de primaria	Universo	
	Atmósfera	
	Agua	
	Materia	
	Fuerzas	
	Sonido	
	Luz	
	Energía	
	Electricidad	
	Magnetismo	
	Flotabilidad	
Máquinas		
Informática		

LAS COLECCIONES DE LOS GABINETES DE FÍSICA ANTIGUOS. UN ESTUDIO COMPARATIVO

Manuel Fernández González y Jesús Sánchez Tallón

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

mfgfaber@ugr.es

RESUMEN

Se han estudiado las colecciones de instrumentos de física que formaron parte de los antiguos gabinetes escolares. Una vez en posesión de los datos del inventariado, se categoriza cada instrumento aplicando un esquema clasificatorio basado en criterios didácticos. Terminada esta tarea se obtiene un perfil global para cada colección. A fin de realizar contrastes, el mismo procedimiento se ha seguido con una colección de laboratorio de investigación y con otra de material escolar moderno.

Los resultados indican que las colecciones de gabinete responden a un mismo perfil, que es muy diferente al de un laboratorio de investigación. Por otra parte, debido al carácter modular de las colecciones escolares modernas, éstas arrojan otro perfil que en nada recuerda a las anteriores.

Palabras clave

Instrumentos antiguos de física, Gabinetes escolares, Enseñanza de las ciencias, Historia de la educación.

1. INTRODUCCIÓN

La física experimental o nueva física es un enfoque de la disciplina que nace hacia la mitad del siglo XVIII (Solís & Sellés, 2005). Promueve el establecimiento de lazos estrechos entre teoría y realidad, apoyando en todo momento la teoría mediante experimentos. Es evidente que una enseñanza con esta orientación necesita contar con instrumentos científicos para escapar de lo puramente libresco. Así pues, los instrumentos, recluidos hasta entonces en los laboratorios de investigación, extienden su dominio a los gabinetes, gracias a instrumentos que se ponen al servicio de la enseñanza (Fernández, 2005). Guardados en los gabinetes escolares, serán utilizados para mostrar y demostrar a los alumnos los fenómenos y leyes de la ciencia. Y si las carencias de material no hacen esto posible, al menos los manuales de la época, reflejando la nueva forma de entender la física (Ten, 1991), presentan instrumentos variados, los estudian muy detalladamente y describen su funcionamiento.

La física experimental irrumpe en España con retraso a principios del siglo XIX, enfrentada al enfoque tradicional o física escolástica (Moreno, 1988). En 1845 se aprueba el Plan Pidal, trascendente para enderezar la situación de la enseñanza del país. Se crean los institutos de enseñanza secundaria y se diseña un plan de estudios. Los institutos han de tener un gabinete de física como apoyo a la nueva asignatura "Elementos de Física y nociones de Química" incluida en el quinto curso de estudios secundarios. Al año siguiente la Dirección General de Instrucción Pública emite una circular con una lista recomendada de instrumentos que deberían estar presentes en los gabinetes de los institutos (Ministerio de Gobernación, 1846). A partir de aquí, la

orientación experimental de la física queda respaldada oficialmente. Otra cosa va a ser la puesta en práctica del proyecto, que se vio obstaculizada por razones principalmente económicas.

2. OBJETO DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

Nos proponemos estudiar las colecciones de instrumentos de física que formaron los antiguos gabinetes. Conviene subrayar que los instrumentos antiguos forman parte del patrimonio científico e industrial de cualquier país. Hoy día los estudios y proyectos sobre este nuevo campo comienzan a desarrollarse y así, desde el año 2007 se han celebrado varias Jornadas sobre el Patrimonio de los Institutos Históricos (institutos que se fundaron a partir del Plan Pidal), que han permitido la difusión del importante patrimonio instrumental que almacenan, al tiempo que se denuncia la situación de abandono en que se halla.

Nuestro estudio va a centrarse especialmente en las colecciones de los centros escolares, sin excluir las de otras instituciones. En particular nos interesan las características globales de la colección. Más que el recuento, buscamos la clasificación de los instrumentos para poner de relieve el perfil de la propia colección.

El primer paso de nuestra investigación es acceder a determinadas colecciones de instrumentos. Algunas veces la catalogación ha sido hecha y podemos encontrarla en la bibliografía, otras hemos tenido que realizarla nosotros. Con frecuencia la colección original raramente ha sobrevivido, habiendo desaparecido una parte de ella. Esta carencia puede complementarse con otras fuentes como la legislación de la época o los inventarios de archivo.

Se han identificado los instrumentos con la ayuda de manuales y catálogos de fabricantes. A continuación se han categorizado. Para ello se ha utilizado un esquema de clasificación propio, rechazando clasificaciones de corte tradicional basadas en los distintos campos de la física. En efecto, puesto que se ha resaltado la utilización de los instrumentos en la física experimental, lo procedente es una clasificación hecha con criterios didácticos.

Una vez clasificados los instrumentos de varias colecciones, se estudiarán las características comunes y diferenciales de las mismas. Así comprobaremos si hay patrones tipológicos generales a los que pueda ajustarse cualquiera de ellas. Comenzaremos estableciendo el perfil tipológico de la lista de instrumentos propuestos en 1846 por el Ministerio (Gobierno de España, 1849) y los de colecciones de institutos históricos. A fin de perfilar sus características, las colecciones escolares se contrastarán con otras procedentes de laboratorios de investigación. Igualmente nos proponemos estudiar colecciones escolares actuales para marcar posibles diferencias.

3. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

La clasificación propuesta está constituida por diez categorías (Sánchez & Fernández, 2010).

Instrumentos de medida.- Entre ellos hay instrumentos de medida directa (p.ej. calibre), indirecta (p.ej. areómetro), o cualitativa (p.ej. electrómetro).

Instrumentos de estudio y demostración.- Sirven para comprobar un fenómeno previamente estudiado (p.ej. espejo ustorio), o bien permiten ampliar lo ya descrito o incluso explorar otra situación (p.ej. máquina de Atwood).

Instrumentos tecnológicos / Modelos tecnológicos.- Instrumento tecnológico es un aparato, fruto de la técnica y la ciencia, que contribuye o ha contribuido al progreso. Alguno puede existir en gabinete (p.ej. emisor Morse), pero lo habitual es que por sus dimensiones, no ocurra así (p.ej. máquina de vapor de Watt). En tal caso puede suplirse su carencia por un modelo del mismo.

Instrumentos de producción de agentes físicos.- Agentes físicos son las causas primeras de los fenómenos. Así, tenemos la electricidad estática, la corriente, la presión/el vacío, el magnetismo, etc., producidos por aparatos como la máquina de Wimshurst, la máquina neumática, el imán, etc. Desencadenan fenómenos que quieren estudiarse (p.ej. la pila de Volta permite el estudio de la interacción entre corrientes).

Instrumentos de uso no científico.- Están presentes en la vida cotidiana y ayudan en algún cometido particular. Muchos de ellos son cotidianos (p.ej. catavinos), otros son más especializados (p.ej. anteojo terrestre).

Instrumentos recreativos.- La característica esencial de estos instrumentos es su finalidad lúdica (p.ej. vaso de Tántalo), pero siempre unida a una aplicación de principios y leyes de la ciencia.

Modelo didáctico.- El modelo didáctico es la representación material de un fenómeno o proceso de la ciencia (p.ej. modelo de marcha de los rayos en lentes). No suele referirse a maquinaria técnica.

Instrumentos auxiliares.- Son aquellos que están al servicio de un instrumento principal (p.ej. excitador), de un montaje (p.ej. transformador), o de un proceso (p.ej. estufa).

Instrumentos multiuso.- Miscelánea general de laboratorio (p.ej. cubeta de cobre).

Instrumentos de investigación.- Se encuentran habitualmente en universidades y centros de investigación (Gago & Giménez, 2007; Sánchez & García, 2007). Pero también pueden verse en los institutos instrumentos meteorológicos de precisión (p.ej. barómetros, barógrafos y otros). Esto viene de una disposición ministerial (Ministerio de Fomento, 1854) que obligaba a universidades e institutos encargarse de las observaciones meteorológicas en todo el país.

4. RESULTADOS DE COLECCIONES DE INSTRUMENTOS

Una vez conseguido el inventario de una colección, se estudia la asignación de cada instrumento a una de las categorías propuestas, siguiendo el esquema de clasificación antes expuesto. Cuando en algún caso el instrumento puede ser tipificado en más de una, para simplificar será ubicado en la más característica.

Los resultados de la clasificación así obtenidos se distribuyeron inicialmente en tablas. Pero hemos preferido presentar los datos en forma de diagrama de barras, ya que así se destaca el perfil característico de cualquier colección. En el diagrama figuran los porcentajes y se han recogido cuatro categorías menos significativas y poco pobladas (producción de agentes físicos, uso no científico, recreativo, modelo didáctico) en una sola con la denominación de "Otros".

Las colecciones de instrumentos utilizadas como muestra han sido elegidas de forma que haya entre ellas algunas de centros de enseñanza e igualmente de centros de investigación, a fin de estudiar semejanzas y diferencias en la distribución del material de cada una.

4.1. Propuesta del Ministerio (1846)

Comenzamos clasificando los instrumentos que figuran en la lista de 1846 del Ministerio (Gobierno de España, 1849), recomendada por el Plan Pidal a los recién creados institutos. Los datos, referidos a un total de 153 instrumentos, se representan en la figura 1.

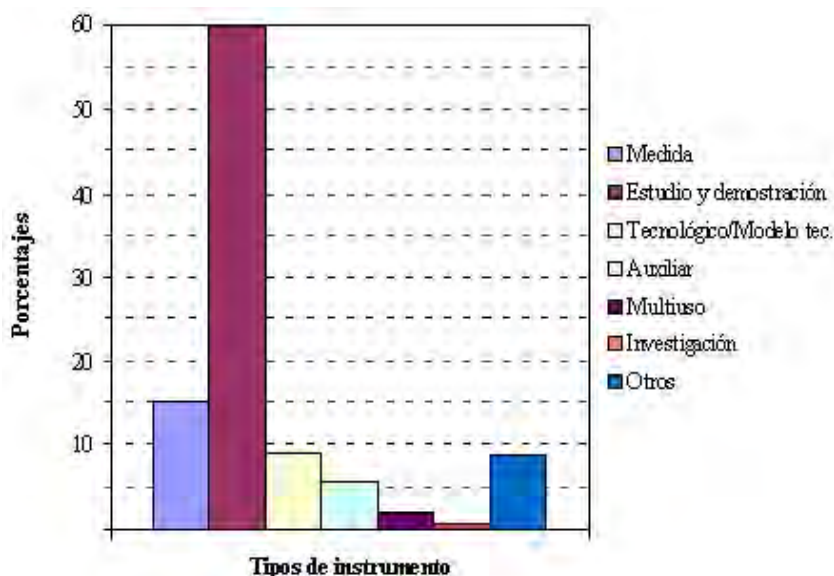


Fig. 1. Distribución por categorías de instrumentos de la lista oficial del Ministerio (1846)

4.2. Instituto de Granada

Surgido en 1845 con el Plan Pidal, es en la actualidad el I.E.S. "P. Suárez". El inventario de la colección de instrumentos que se conservan ha sido realizado por nosotros. La lista de instrumentos identificados consta de 403. A partir de ella se ha efectuado el análisis por categorías, cuyos resultados se visualizan en la figura 2.

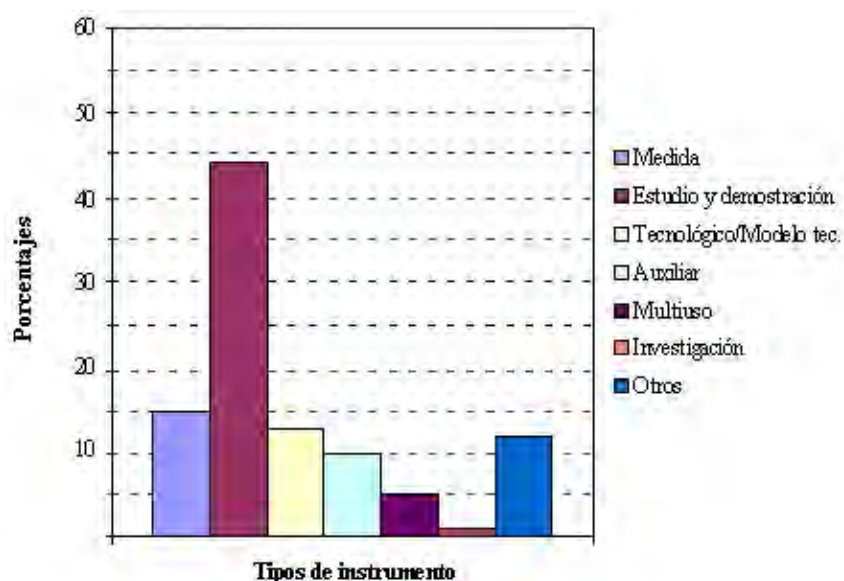


Fig.2. Distribución por categorías de los instrumentos del Instituto de Granada

4.3. Observatorio de Cartuja (Granada)

Fundado en 1902, fue centro de investigación que gozó de gran fama en el pasado. Actualmente pertenece a la Universidad de Granada. Los trabajos desde su creación se centraron en astronomía, sismología y meteorología (Sánchez & García, 2007). Aunque la colección está muy mermada, lo que resta permite hacerse una idea de cómo fue en el pasado. Su distribución, referida a 44 instrumentos, se ofrece en la figura 3.

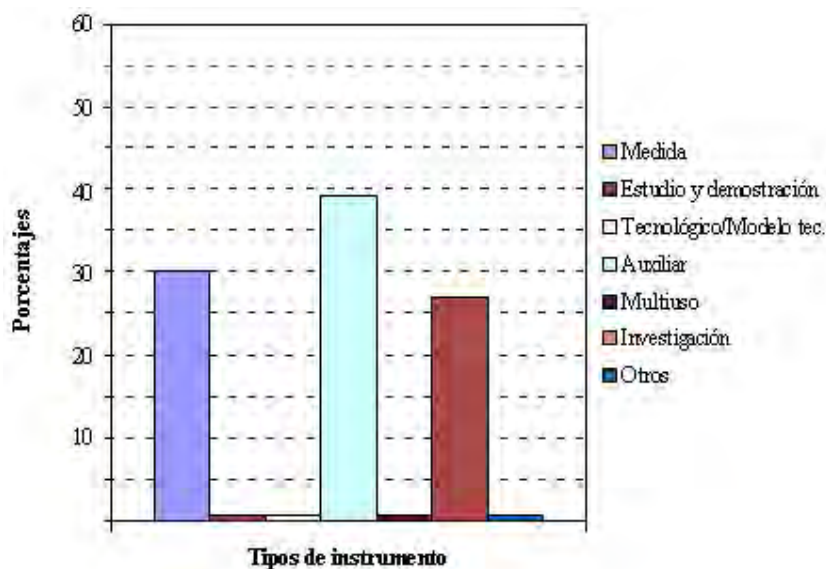


Figura 3. Distribución por categorías de instrumentos del Observatorio de Cartuja

5. LAS COLECCIONES MODERNAS

Vamos a añadir a nuestro estudio alguna colección escolar moderna a fin de comprobar el proceso de evolución seguido por el material de prácticas.

La base de las colecciones antiguas es el instrumento como un todo y, aunque sea complejo, se presenta formando una pieza única. Así la suministra el fabricante y así es utilizado en los gabinetes. Hoy día, aunque sigue habiendo instrumentos que responden a estas características, la tendencia que se ha impuesto a partir de la mitad del siglo XX, es la de lo modular. No se sirve el instrumento sino las piezas para armarlo, que a su vez pueden ser empleadas en el montaje de otros aparatos diferentes. Raramente se puede señalar un instrumento concreto, sino partes autónomas del mismo. No se habla de un aparato individual, sino de “cajas” de piezas con misiones múltiples. Esta es la diferencia radical entre el material de prácticas antiguo y el moderno.

La nueva concepción de material de prácticas muestra indudables ventajas como, por ejemplo, la flexibilidad o la posibilidad de ser empleado en más misiones que las señaladas, pero también inconvenientes como el perjuicio que puede ocasionar la pérdida o deterioro de alguna pieza clave de la colección.

Siguiendo con nuestra investigación, y puesto que de lo que se trata ahora es de constatar una tendencia, en lugar de hacer el inventario de todo el material existente en un centro escolar moderno, vamos a estudiar como ejemplo la distribución del material suministrado en el armario “Torres Quevedo”.

Equipo del Instituto “L. Torres Quevedo”

El Instituto, creado en 1939 por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Sendra et al. 2001: 46), diseñó y puso a punto una colección de material, dirigido especialmente a un nivel de bachillerato avanzado. El material era servido en un armario metálico estudiado minuciosamente para contenerlo (González de la Lastra, 2008). Los datos de la figura 4 están recogidos del manual de prácticas (ca. 1960) y se refieren a 277 piezas.

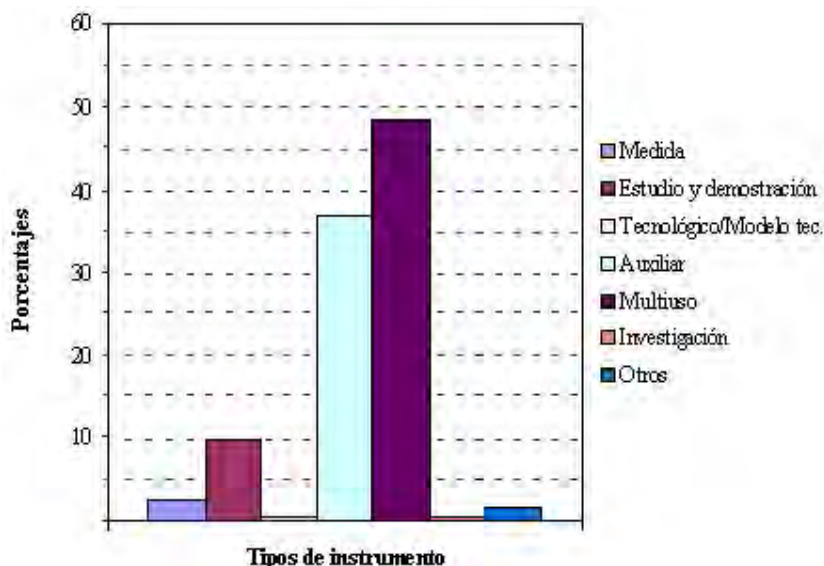


Figura 4. Distribución por categorías del material del armario “Torres Quevedo”

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Ante todo conviene advertir que nuestro estudio en la mayor parte de los casos no se ha hecho sobre las colecciones originales sino sobre el material que se conserva en la actualidad, o el material que procede de la fuente suministradora principal (caso de las “cajas”). Aún así creemos que, pese a las pérdidas sufridas, las líneas maestras pueden seguir siendo evidentes. Hablamos en términos relativos con referencia a la tipología de los instrumentos, que es lo que define el perfil de una colección.

6.1. Instrumentos de gabinetes

Los estudios de las dos colecciones que hemos manejado, Ministerio e Instituto de Granada, muestran puntos de semejanza muy característicos (figs. 1 y 2). Se concretan en una abundancia muy acentuada de aparatos de estudio y demostración (siempre >40%), ocupando el segundo lugar a considerable distancia ($\approx 15\%$) los instrumentos de medida, indispensables para prácticas cuantitativas. Un pequeño escalón más abajo están los instrumentos/modelos tecnológicos, que responden a la atención prestada por los programas a los avances de la tecnología, seguidos por los instrumentos auxiliares. Las pequeñas diferencias entre ambas colecciones podrían ser atribuidas, entre otras causas, a las pérdidas ocasionadas en el Instituto de Granada con el paso del tiempo. El perfil descrito, con un máximo absoluto de aparatos de estudio y demostración, como bien se observa en los diagramas de barras, se manifiesta como típico de las colecciones escolares.

Por otra parte, creemos que la similitud que muestran las colecciones escolares viene justificada por el hecho de tener una raíz común, esto es, la lista propuesta por el Ministerio (1846) a los centros de enseñanza. Así, Roc & Miralles (1996: 63) han puesto de manifiesto esta similitud cotejando los catálogos de 1885 del Instituto San Isidro de Madrid con los del Francisco Ribalta de Castellón. Del mismo modo se explica el hecho de la semejanza de las colecciones de los institutos históricos (Pérez-Dionis 2009; AA.VV. 2008).

6.2. Instrumentos de centros de investigación

El material de un centro de investigación, como el Observatorio de Cartuja, responde a un patrón totalmente diferente. En el diagrama de barras de la figura 3 aparecen destacados otros tipos de instrumentos, como son los aparatos de medida (34%), auxiliares (39%) y de investigación (27%), estando ausentes los de las categorías restantes. Así pues, el contraste con la distribución correspondiente a un gabinete escolar, con un máximo de instrumentos de estudio y demostración (aquí ausentes), es marcadamente acentuado.

6.3. Instrumentos de laboratorio escolar moderno

Los equipos modernos de carácter modular marcan un nuevo perfil de distribución del material de laboratorio. El “Torres Quevedo” (fig. 4) muestra un predominio abrumador de instrumentos multiuso ($\simeq 50\%$), esto es, piezas que permiten montajes diversos. Igualmente y de forma muy destacada, encontramos instrumentos de tipo auxiliar. Siguen los instrumentos de estudio y demostración y los instrumentos de medida (sin rebasar ninguno el 15%). El resto de los tipos, prácticamente inexistente. (Una distribución semejante hemos constatado en las cajas de ENOSA).

7. CONCLUSIONES

- Hemos propuesto una nueva clasificación de instrumentos, que se ha aplicado al estudio de diversas colecciones de gabinetes escolares, así como alguna de laboratorio de investigación antiguo y también de centro escolar moderno. La clasificación puede valer para los instrumentos de cualquier gabinete o laboratorio.
- Hemos descubierto que el perfil de distribución de los instrumentos de física de gabinete coincide con el de los instrumentos que aparecen en la lista propuesta por el Ministerio (1846) para los recién creados institutos.
- Hemos puesto en evidencia que la característica que marca una diferencia esencial entre las antiguas y modernas colecciones escolares es el carácter modular de estas últimas, lo que se traduce en un perfil muy diferente a las primeras.
- Aplicando el esquema a colecciones de centros diversos, se constatan tres perfiles de distribución diferentes a los cuales puede responder una colección de instrumentos: 1) Perfil de gabinete; 2) Perfil de laboratorio de investigación; 3) Perfil de laboratorio escolar moderno.

Somos conscientes que para dar mayor solidez a las conclusiones hubiera sido deseable añadir algunas colecciones más a nuestro trabajo, lo cual no es siempre fácil. No obstante, con lo estudiado se dibujan muy nítidamente tendencias, que van a ser consolidadas con más aportaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. (2008). Historia de un olvido: Patrimonio en los centros escolares. *Participación Educativa*, 7.
- Fernández González, M. (2005). Contenidos procedimentales en los textos de física del siglo XIX. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, 1-4.
- Gago Bohórquez, R. & Giménez Yanguas, M. (Eds.). (2007). *Patrimonio Científico y Técnico de la Universidad de Granada*. Granada: Universidad de Granada.
- Gobierno de España (1849). Circular, previniendo que los institutos se provean de los instrumentos necesarios para la explicación de las ciencias físicas y naturales. *Colección legislativa de España*, 3^{er} trim. 1846, XXXVIII, 354-365.
- González de la Lastra, I. (2008). Las colecciones de instrumentos científicos en instituciones no museísticas. *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Nova época, 1(1), 75-79.
- Ministerio de Gobernación (1846). Resolución de 1-VIII-1846, publicando los Programas para las asignaturas de filosofía publicadas por la Dirección General de Instrucción Pública (R.O. de 24-VII-1846). *Boletín Oficial de Instrucción Pública*, 6, nº 16, 104-112.
- Ministerio de Fomento (1854). Real Orden de 28-12-1854. *Gaceta* 728, 1-2.
- Moreno González, A. (1988). *Una ciencia en cuarentena*. Madrid: C.S.I.C.
- Pérez-Dionis, D. (Ed.). (2009). *El patrimonio educativo de los Institutos Históricos. II Jornadas nacionales*. San Cristóbal de la Laguna: Viceconsejería de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.
- Roc Adam, M. A. & Miralles Conesa, L. (1996). La Física y Química en la enseñanza secundaria durante la segunda mitad del siglo XIX. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 10, 35-63.
- Sánchez, J. & García, R. (2007). *Inventario de Instrumentos Científicos y Técnicos del Patrimonio de la Universidad de Granada*. Granada: Universidad de Granada.
- Sánchez Tallón, J. & Fernández González, M. (2010). Identificación y clasificación de instrumentos de Física antiguos de Centros Educativos. Un estudio de caso. En A.M. Abril & A. Quesada (Eds.), *XXIV EDCCEE. Colección de Actas* (En formato electrónico, 174, 202-207). Baeza (Jaén): Universidad de Jaén.
- Sendra, C., Catalá, J., García Belmar, A. & Bertomeu, J. R. (2001) Los instrumentos científicos de la Universidad de Valencia: primeros resultados de un catálogo de la cultura material de la ciencia. *Cronos*, 4, 29-61.
- Solís, C. & Sellés, M. (2005). *Historia de la ciencia*. Madrid: Espasa-Calpe.
- Ten, A.E. (1991). *La Física Ilustrada*. Madrid: Akal.

Los ecosistemas y los biotopos: un recurso didáctico para la enseñanza – aprendizaje de la física y de la química para futuros maestros más allá del aula laboratorio.

García Fernández, B., Sánchez Vizcaíno, J., Mateos Jiménez, A.

Secc. Dptal. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación de Ciudad. Real. Universidad de Castilla La Mancha (UCLM). Correo electrónico: beatriz.garcia@uclm.es

Departamento de Ingeniería Geológica y Minera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Ciudad. Real. UCLM.

Secc. Dptal. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación de Toledo. UCLM.

RESUMEN

Los ecosistemas y los biotopos han sido utilizados como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias experimentales sirviendo tradicionalmente para explicar conceptos relacionados con la biología y la geología. Su utilización sin embargo como recurso en la enseñanza de la física y de la química no está tan extendida. Esta comunicación plantea su utilización en la enseñanza de la física y de la química fuera del aula, constituyendo un elemento vertebrador que muestre la complejidad de los diferentes conceptos y las relaciones entre los mismos, que pertenecerán a distintas áreas de conocimiento de las ciencias experimentales. Además de su función pedagógica en estas disciplinas específicas, implica el desarrollo de contenidos actitudinales, por ejemplo el trabajo colaborativo y el potenciar los valores medioambientales de los alumnos. En concreto, en el caso de los ecosistemas acuáticos como pueden ser los humedales, este valor medioambiental lleva implícita la importancia de concienciar a los alumnos de la necesidad de hacer uso racional de los recursos hídricos. En suma, supone un recurso interesante tanto en su uso en las Facultades de Educación como en la Educación Primaria al ser compatibles determinados contenidos físico-químicos con las exigencias del currículo de ciencias en la escuela.

Palabras clave

Biotopo, recurso didáctico, ecosistemas acuáticos.

1 INTRODUCCIÓN

Si analizamos el valor que se le concede a los enclaves naturales de cara a la educación

científica de los estudiantes, la mayoría de las veces nos encontraremos con una mayor utilización en aspectos ambientales y contenidos relacionados con la biología y la geología (Fernández & Casal, 1995). Es decir, buena parte del aprovechamiento didáctico del entorno parece orientarse solo a una parte de las ciencias experimentales. Así, contenidos relacionados con la física y la química tanto en el ámbito de las Facultades de Educación como en las etapas de Educación Primaria no suelen abordarse vinculados al estudio de los ecosistemas y al biotopo. De hecho, en los últimos años se viene trabajando especialmente dentro de la física y la química en un replanteamiento de las prácticas y estrategias de los docentes (Ferreira & González, 2000) reclamando nuevos enfoques del trabajo científico, del diseño de los problemas y analizando la actitud de los estudiantes en el laboratorio (Reigosa & Jiménez Aleixandre, 2011). Sin embargo no es tan frecuente encontrar en la bibliografía propuestas didácticas que *saquen* la física y la química del aula laboratorio y la trasladen al *ambiente laboratorio*.

La presente comunicación tiene como objetivo destacar la importancia del estudio de los ecosistemas para los futuros maestros de Primaria como lugar de trabajo donde se produce una elevada actividad colaborativa y en donde se permite la aproximación a determinados contenidos físico-químicos compatibles con las exigencias del currículo de ciencias en la escuela.

2. SUPUESTOS PARA UNA FÍSICA Y QUÍMICA LIGADA AL AMBIENTE

Al observar la formación de los futuros maestros, el currículo de ciencias experimentales suele recoger una asignatura de *Física y Química y su Didáctica* que, en el caso de la Universidad de Castilla-La Mancha, representa 6 créditos semestrales/cuatrimetrales en su expediente; apenas 2 horas de clase presencial semanal para cada ciencia. Buena parte de ese tiempo docente se invierte en el aula laboratorio relacionando práctica con los conceptos teóricos a abordar. No obstante, si tenemos en cuenta el Real Decreto 68/2007 que regula el currículo de la Educación Primaria en Castilla-La Mancha (DOCM 116, pp. 14759 y ss.) son varios los contenidos que nos permiten trabajar con el entorno dentro del ámbito de las cuatro ciencias experimentales. Así, por ejemplo, en el marco del Bloque 2, denominado *El conocimiento, construcción y conservación del entorno*, se observan, para los 3 ciclos, referencias expresas a los ecosistemas cuando se aboga por la elaboración de *proyectos en equipo*. Este objeto de estudio se menciona como *un ecosistema concreto acuático o terrestre* (1^{er} ciclo, p. 14769), se particulariza en el 2^o ciclo en una charca, un parque o una plaza (p. 14772) y en el 3^{er} ciclo se amplía a cambios climáticos, itinerarios urbanos y naturales (p.14774). En cualquier caso, lo que el texto oficial recoge es una alusión más que explícita al valor de los estudios integrados de la naturaleza y en donde el papel de lo que llamamos biotopo se hace visible. De 6 a 8 años el biotopo se manifiesta en el currículo de Primaria como descripción de *algunos elementos y fenómenos naturales* (p. 14769), de 8 a 10 años como *relaciones entre los elementos del ecosistema* (p. 14771) y de 10 a 12 años ya se alude a la luz, el calor, la humedad, etc. (p.14775).

Ni que decir tiene que son numerosas las alusiones a conceptos de la física y la química que salpican el resto de los *contenidos naturales* que recoge el texto legal para Primaria. Sobre todas ellas destaca un valor de referencia que apoya el sentido de nuestra comunicación: la necesidad de protección ambiental, el uso racional de la Naturaleza y el desarrollo sostenible, en una palabra. Tales ideas aparecen defendidas por igual en los tres ciclos de Primaria. Un análisis detallado del currículo permite identificar otro factor

clave de la propuesta hecha por la autoridad educativa: el agua. Es por ello que el sentido de este trabajo es defender los recursos hídricos y los enclaves acuáticos como fuente de trabajo didáctico dentro de las Facultades de Educación y en concreto para la enseñanza-aprendizaje de la física y la química.

3. PROPUESTAS DE TRABAJO EN EL BIOTOPO ACUÁTICO

El biotopo puede ser concebido en la clase de ciencias experimentales como el punto a partir del cual se desarrollen los diferentes conceptos. En concreto, y como se ha referido antes, la utilización del biotopo acuático aparece reflejado en el ámbito de la Educación Primaria e implica el desarrollo de determinados valores ambientales. A esto le podemos sumar que si el biotopo se encuentra geográficamente próximo al alumno y es de fácil acceso (criterios citados, entre otros, por Sánchez Vizcaíno, 1996 y Sánchez Vizcaíno y Mateos Jiménez, 2003), las actividades de aprendizaje llevadas a cabo en este entorno supondrán retos motivadores y al mismo tiempo alcanzables. El relacionar los contenidos conceptuales con un biotopo acuático puede hacer que los estudiantes perciban estos contenidos de manera significativa otorgando sentido a aquello que aprenden, y a la vez con una dimensión funcional, esto es, viendo la aplicación de los conocimientos adquiridos.



Figura 1. Ejemplo de Biotopo Acuático. Laguna de El Pozuelo de Calatrava. Ciudad Real.

Tal y como se ha señalado en numerosos trabajos, los principios psicopedagógicos del

aprendizaje significativo en las ciencias experimentales suponen un salto cualitativo en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Tradicionalmente, la enseñanza de la física y de la química se ha centrado en la transmisión de una serie de conocimientos teórico-prácticos, en ocasiones inconexos entre sí y a menudo sin aplicación directa a la realidad del alumno. Estos hechos suponían una visión negativa de la asignatura por parte del alumno y una clara falta de motivación (Ferreira & González, 2000). Además de todo ello, el alumno, en numerosas ocasiones, no llegaba a comprender realmente los contenidos. Esto se ponía de manifiesto al no ser capaces de aplicar estos conocimientos en diferentes contextos y no conseguir transmitirlos en situaciones no siempre previsibles (Arnau & Zabala, 2007). En las Facultades de Educación este hecho puede ser especialmente preocupante ya que los maestros en formación deben ser capaces no sólo de asimilar conceptos, sino también de transmitirlos a sus futuros alumnos. De ahí que el desarrollar actividades de investigación en entornos naturales, como se plantea en la presente comunicación, que hagan hincapié en contenidos tradicionales de la *ciencia del aula*, parece algo cuanto menos interesante en la enseñanza de las ciencias.



Figura 2. Ejemplo de Biotopo Acuático. Las Tablas de Daimiel. Ciudad Real.

La posibilidad de realizar un gran número de actividades prácticas en un ecosistema acuático permite trabajar diferentes conceptos de la física y de la química. El biotopo será el laboratorio al aire libre donde los alumnos podrán realizar actividades que trabajarán diferentes conceptos de cada una de las disciplinas. Pueden explicarse de manera general conceptos de física relacionados con, por ejemplo: los fenómenos atmosféricos, el uso de las estaciones meteorológicas, la influencia de las estaciones del

año en el medio natural, las características de los fluidos, el principio de Arquímedes, el calor y la temperatura, la reflexión y la refracción de la luz en el agua, la luz en la atmósfera, los cambios de estado, la transmisión de ondas en el aire y en el agua, la comparación de la dureza de distintas rocas, la energía cinética y potencial, la evaporación y la evapotranspiración, entre otros. Los conceptos relacionados con la disciplina de la química que pueden trabajarse con este tipo de actividades son muy diversos, tales como la diferencia entre disolución y suspensión, turbidez, pH, conductividad, demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno, alcalinidad, estados de agregación, formación de estructuras cristalinas, medidas de concentración, etc.

Posteriormente al trabajo de campo, ya en el laboratorio, se deberán procesar los datos y analizar aquellas muestras de agua, suelo o rocas recogidas in situ. Habrán de interpretarse los resultados obtenidos y obtener conclusiones de los mismos, lo que implica una actitud colaborativa de los alumnos que fomenta el diálogo y la argumentación. En este punto es interesante la posibilidad que ofrece el utilizar un biotopo acuático de cara a cohesionar de manera muy directa los diferentes conceptos de física y de química con aquellos de biología y geología, buscando relaciones entre ellos y de causa-efecto en el biotopo y en la biocenosis si es que se produce la modificación de algunos parámetros medidos en las prácticas. Este ejercicio de reflexión sobre las consecuencias de estos cambios y cómo el hombre es en gran medida responsable de los mismos, puede modificar sus pautas de comportamiento más allá del cumplimiento de las normas respecto al medio, siendo por propio convencimiento, con lo que se trabajarían también contenidos actitudinales.

La reflexión metacognitiva es que sean conscientes de la utilidad de la aplicación de los contenidos aprendidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) al final del proceso de enseñanza-aprendizaje. Ello hace no solo que aumente su motivación al comprobar que las ciencias son completamente abordables para un alumno de la Facultad de Educación, sino que también vean la enorme utilidad de este tipo de recursos en la docencia y consideren su aplicación al aula de Primaria.

4.- CONCLUSIONES

El estudio de los ecosistemas y en concreto de los biotopos acuáticos ofrece un campo amplio de actividades (López & Jiménez Aleixandre, 2007; Pereira & Moreira Silva, 2010) además de perseguir que los estudiantes conozcan y valoren su entorno más próximo. La motivación y las actitudes hacia las ciencias que puede generar este tipo de recursos acuáticos pueden constituir sin duda una fuente para una mejor educación científica. Aquellos alumnos que perciben la ciencia como algo útil e interesante tienden a ser más participativos en el aula y a asimilar mejor las enseñanzas (Michaels, Shouse, & Schweingruber, 2001).

Los humedales, como caso particular de ecosistema acuático, son recursos poco explorados didácticamente en la enseñanza de la física y de la química. Y no solo hablamos de su aplicación en la enseñanza de las ciencias en las aulas de las Facultades de Educación sino que también suponen una potente herramienta para trabajar una amplia gama de contenidos que aparecen en el Real Decreto 68/2007 que regula el currículo de la Educación Primaria en Castilla-La Mancha (DOCM 116, pp. 14759 y ss.) con lo que también pueden ser utilizados como recurso en la escuela.

Existe además un interés añadido al utilizar humedales como recurso didáctico y es que han sido considerados tradicionalmente como fuente de trasmisión de enfermedades y sus terrenos no aptos para la agricultura, lo que ha causado el estado de degradación actual en que se encuentran muchos de ellos y que ha llevado implícita la desecación en algunos casos. Actualmente la tendencia de restauración hídrica de estos espacios hace que la educación ambiental sea un pilar fundamental en el que asentar futuras actuaciones para la mejora de nuestros ecosistemas más cercanos y su consolidación como recursos didácticos.

5. BIBLIOGRAFÍA.

Arnau, L., & Zabala, A. (2007). *11 ideas clave: cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Ed. Peldaño.

Decreto 68/2007 de 29/5/2007. *Currículo de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha*. DOCM 116. pp. 14759-14816.

Fernández, R. & Casal, M. (1995). La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 295-312.

Ferreira, A. & González, E. M. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 189-200.

López, R. & Jiménez Aleixandre, M. P. (2007). ¿Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), 309-324.

Michaels, S., Shouse, A. W. & Schweingruber, H. A. (2001). *Ready, Set, Science! Putting Research to Work on K-8 Science Classrooms*. National Research Council. Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

Pereira, C. & Moreira Silva, R. (2010). Participación de los alumnos en la construcción de un material didáctico. Sus concepciones sobre el tema agua y salud como base para la preparación de actividades. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1).

Reigosa, C. & Jiménez Aleixandre, M.P. (2011). Formas de actuar los estudiantes en el laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (1).

Sánchez Vizcaíno, J. (1996). Reconocimiento de un punto de interés geológico-didáctico en los alrededores de Toledo. *Revista Docencia e Investigación*, año XXI, Enero-Diciembre, 209-227.

Sánchez Vizcaíno, J. & Mateos Jiménez, A. (2003). Estudio de un Paraje Toledano: características geológicas y biológicas. In *Actas del Congreso sobre la naturaleza en la provincia de Toledo, Vol I* (pp. 25-40). Instituto de Investigaciones de Estudios Toledanos. Diputación Provincial de Toledo.

Sistema de Evaluación–Innovación basado en el “recuerdo” de educadoras ambientales. Valoración de las experiencias vividas relacionadas con el ahorro y la eficiencia energética

García Rodríguez, M.C.

Jiménez Liso, R.

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. garciarodriguezmdc@gmail.com; rut.jimenezliso@gmail.com;

RESUMEN

Educar ambientalmente supone educar en valores sociales, hecho que no puede desligarse de la educación en el campo de las emociones; por lo cual, la educación emocional debe tratarse como uno de los ejes principales de la Educación Ambiental (EA).

De esta forma, la EA debe implicar emocionarse, es decir, conlleva el ejercicio de la creatividad para encontrar respuestas haciendo una inmersión en el nivel micro (aquello que no veo pero puede imaginarse) y una proyección al nivel macro (aquello que va más allá de lo visible).

El reto de la EA es crear oportunidades, a partir de las nuevas concepciones educativas en las que la problemática ambiental aparece en sí misma como uno de los ejes entre la acción educativa y las personas. Sin embargo, el conocimiento de los problemas socio-ambientales, por sí mismos, no dan lugar a la acción. Para comprobar que el proceso enseñanza-aprendizaje en EA sea el esperado es necesario profundizar en el conocimiento de las emociones y experiencias vividas.

Por ello, el objetivo de la EA se convierte en la promoción de la mejora de actitudes y comportamientos ambientales de individuos y de comunidades en su propio entorno local y en sus concepciones globales. En el presente trabajo, con el objetivo de facilitar la innovación necesaria para promover la EA, se propone crear un instrumento de evaluación basado en el *recuerdo* de los responsables en ejecutar las actividades de EA.

Palabras clave

Educación Ambiental, emociones, recuerdos, instrumento de evaluación, innovación.

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación es una *evaluación del "recuerdo" de las ejecutoras de tres programas de EA*. Nuestro fin último al realizar esta investigación es mejorar la práctica de la profesión y que pueda ser útil para otros/as educadores ambientales.

Los *recuerdos* de los participantes en programas de EA se convierten en un poderoso instrumento de evaluación para conocer la información y su percepción pasado un

tiempo tras la ejecución de la actividad. Las experiencias vividas son significativas si perduran con el paso del tiempo. Mostramos así el convencimiento de que las narraciones surgidas **durante** el desarrollo de las experiencias se centran más en los detalles mínimos (análisis fino) que en el análisis grueso (al que sí aluden en el recuerdo pasados unos meses-años). Generalmente en ese análisis fino próximo a la experiencia vivida, el objetivo se centra en los pequeños fracasos de una actividad o en la insatisfacciones vividas en algunos momentos y, sin embargo, el *recuerdo* suele borrar estos momentos para centrarse en los grandes logros y grandes fracasos y en los buenos o malos momentos vividos. “*La memoria es plenamente consciente, se da una concatenación coherente de recuerdos, no suele comenzar hasta los seis, siete, o a veces incluso diez años de vida. A partir de este momento se establece una relación constante entre la importancia psíquica de un suceso y su adherencia en la memoria, actuando selectivamente para conservar lo esencial y olvidar lo secundario, de tal manera que una forma de valorar la importancia de los grandes acontecimientos de nuestra vida se cifra en esa capacidad para quedar incorporados a nuestra memoria consciente*” (García, 2005). Por tanto, asumimos que el aprendizaje integra su carácter emocional y por otra parte, el aprendizaje lógico-formal. Ambos aprendizajes hacen que, pasado un tiempo, la actividad sea recordada por sus sentimientos, emociones y permita cambiar de actitud, llegando a cambiar el comportamiento por aprendizaje a lo largo de la vida. El recuerdo está claramente asociado al impacto de una situación vivida (García, 2005). La memoria a largo plazo se ve influida por la emoción experimentada durante el aprendizaje, así como por la emoción experimentada durante la recuperación de la memoria (Buchanan, 2007).

MARCO TEÓRICO

El profesional de la EA actúa en un medio complejo y cambiante determinado por la interacción de múltiples factores y condiciones. Dentro de los escenarios complejos, cambiantes y contradictorios, se enfrentan múltiples problemas que no pueden resolverse mediante la aplicación de reglas, técnicas o procedimientos rutinarios, mecánicos e irreflexivos (Rojas y col, 2003).

Sabemos que el currículo escolar ha sido cuestionado porque trabaja con ideas predeterminadas, repetitivas, con sistemas cerrados de pensamiento que sin la intervención activa del sujeto aprendiz, dejan de lado múltiples significados. La toma de decisiones de acción está preestablecida y la clase se convierte en un escenario, donde se administran mensajes reduccionistas que no estimulan el desarrollo del pensamiento del alumnado (Bonil y col, 2010).

Para ello situamos a la EA en la “cultura de la complejidad”, ya que, como consideran Bonil y Pujol (2005), puede favorecer la capacidad de la ciudadanía para pensar, sentir y actuar en una sociedad democrática y global.

Los recuerdos emocionales que más tiempo permanecen en la memoria son los relacionados con el sí mismo (Lindel y col, 2010), por ello se han solicitado narraciones autobiográficas libres. Estas narraciones de experiencias significativas favorecen, no sólo la comprensión del mundo escolar, sino que también clarifica el origen de sus ideas educativas, las cuales repercuten en su actual formación como maestros e influirán en su futura labor educativa (García y col, 2010).

En cuanto a la necesidad de evaluar las actividades de EA, se ha relacionado la evaluación con los recuerdos de las experiencias vividas por educadores ambientales en tres casos concretos relacionados con la eficiencia energética. Se cita el trabajo de

Chawla (1998) sobre la repercusión de las experiencias de vida significativas en la EA, para entender cómo las personas aprenden a partir de la combinación de habilidades emocionales y racionales, correspondiendo a una vía importante hacia la protección efectiva del medio ambiente.

Las narraciones de experiencias son una fuente de información de interés e importancia para recoger más información sobre la práctica de la profesión y sirve para incorporar la percepción de los miembros de un equipo educativo a los programas de EA. Como modo de conocimiento, el relato capta la riqueza y detalles de los significados en los asuntos humanos (motivaciones, sentimientos, deseos o propósitos), que no pueden ser expresados en definiciones, enunciados actuales o proposiciones abstractas, como hace el razonamiento lógico-formal (García y col, 2010).

Planteamiento del problema

¿Por qué nos interesa analizar el recuerdo de las experiencias de EA desde las ejecutoras de las actividades?

A menudo se suelen evaluar con diferentes protocolos las actividades o el diseño de la secuencia de actividades. Sin embargo, estos análisis suelen olvidar que *una actividad no es buena o mala en sí misma* sino que depende del objetivo y la coherencia que encuentre el responsable de la ejecución de la actividad de EA. Por eso, hemos querido recurrir a las experiencias narradas por los propios ejecutores, incluida la propia investigadora, para identificar indicadores de análisis y valorar desde la propia experiencia, la evolución en el proceso enseñanza-aprendizaje, tras la formación en el Máster Interuniversitario Andaluz de Educador-a Ambiental.

Objetivos

- Identificar momentos clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, descritos por las ejecutoras de las experiencias de EA sobre energía y eficiencia energética para mejorar la propia práctica profesional como educadora ambiental y darle un mayor sentido.
- Elaborar un instrumento de evaluación-innovación basado en el “recuerdo” de las ejecutoras de los programas de EA con el que conocer y valorar su percepción.

METODOLOGÍA

La metodología de investigación utilizada en el estudio incluye los distintos tipos de instrumentos y técnicas por las que se valida su desarrollo y alcance. La intención de este trabajo de **investigación didáctica** es conocer mejor la práctica profesional de educadores/as ambientales, por tanto, no se persigue obtener resultados representativos de toda una población; se pretende abordar un problema concreto, referente a la práctica de los educadores ambientales y a las actividades que se realizan en los programas de EA, basándonos en el estudio de tres casos concretos y en los recuerdos de tres experiencias concretas.

El enfoque de investigación es integrador. La metodología escogida está basada en planteamientos cualitativos. Por un lado, el análisis reflexivo de la literatura consultada aproxima la investigación al paradigma socio-crítico, por otro lado, se aproxima al paradigma interpretativo debido a que se valoran los relatos de educadoras ambientales y docentes de centro, incluyendo a la investigadora del trabajo en cuestión. Y por

último, la presente investigación está orientada a la aplicación, por lo tanto es una investigación para la acción que propone una mejora en la práctica de los actores y la elaboración del sistema de evaluación-innovación basado en el recuerdo (SEIREA).

Los procedimientos utilizados son la indagación y búsqueda de documentos e informes relacionados con las necesidades y tendencias actuales de la EA y, las narraciones o historias vividas por las ejecutoras de programas de EA para conocer su percepción sobre la experiencia adquirida en los diferentes programas.

Para identificar el **estado del arte** de la investigación propuesta se ha realizado una revisión de diferentes informes internacionales y nacionales sobre EA, práctica y evaluación de programas de EA.

La muestra de los documentos a analizar ha sido intencional en vez de la habitual búsqueda bibliográfica por tópicos en las bases de datos más habituales por razones de la limitación de tiempo y porque para la fundamentación del análisis de las experiencias contábamos con un amplio abanico de documentos actuales y representativos del área, proporcionados por cada una de las materias cursadas en el Máster Interuniversitario Andaluz en Educador-a Ambiental.

Los documentos revisados han sido:

- La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas (Novo, 1998),
- Nuevas tendencias en investigaciones en Educación Ambiental (CENEAM, 2004),
- Measuring the Success of Environmental Education Programs (Thomson, G. & Hoffman, J., (2002, actualizado y revisado en 2010). Canadian Parks and Wilderness Society (CPWAS) & Sierra Club of Canada, BC Chapter,
- Research Methods to Investigate Significant Life Experiences: review and recommendations. Louise Chawla, Whitney Young College, Kentucky State University, USA (2006).

Muestra y descripción de los casos

Para conocer y analizar los recuerdos de las ejecutoras de programas de EA, seleccionamos tres programas de actividades relacionados con el ahorro y eficiencia energética:

- Programa Kioto Educa. Programa ALDEA
- Proyecto Educación PSE- ARFRISOL (Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar)
- “EnClave de Sol: Un nuevo modelo energético para una nueva sociedad” Campaña de sensibilización ambiental

La elección de esta muestra intencional responde únicamente a la temática de estos tres programas pues no son comparables ni por el alcance ni por los objetivos que se persiguen. Se solicitaron dos relatos de experiencias vividas por caso, de los cuáles solo hemos recibido tres.

El primer relato (denominado **P1** analizado en Atlas.ti) pertenece a la experiencia de la educadora ambiental responsable de ejecutar las visitas guiadas y talleres de la exposición itinerante en “*EnClave de sol*” durante el curso 2009-2010; el segundo, a la

experiencia de la maestra 1 de 6° de primaria, responsable de ejecutar las experiencias del proyecto “Arfrisol Educación” durante el curso 2008-2009 (P2); y, el tercero, también pertenece a una docente de infantil (maestra 2) responsable de las actividades del proyecto “Arfrisol Educación” durante el curso 2006-2007 (P3).

RESULTADOS

El análisis de la bibliografía consultada destaca los aspectos más relevantes que sirven para justificar nuestra visión sobre el proceso enseñanza-aprendizaje en EA y, se basa en la descripción, la interpretación y reflexión de la literatura consultada, los contenidos didácticos de los programas seleccionados y las narraciones de las educadoras ambientales.

La principal aportación de este estudio es la creación de un instrumento de evaluación-innovación basado en los recuerdos de experiencias vividas por educadoras ambientales y los motivos de creación del instrumento han sido: poder comprobar que los alumnos y alumnas aprenden, responder a curiosidades e inquietudes planteadas en la práctica de la profesión e introducir la acción y evaluación como criterios de complejidad.

En nuestro estudio de casos se ha tratado de concretar la idea de investigación centrándonos en las categorías de análisis construidas que corresponden a *los momentos clave identificados en el proceso enseñanza-aprendizaje de EA*. Los recuerdos han sido agrupados en las tres categorías principales que enmarcan nuestra investigación y en las subcategorías que se mencionan en la tabla.

Sistema de Evaluación-Innovación basado en el recuerdo de experiencias vividas por educadoras ambientales y maestras		
Recuerdos sobre...		
Conceptualización	Profesionalización	Proceso enseñanza-aprendizaje
Principios de la educación ambiental	Formación académica del educador/a ambiental	Dificultades para enseñar educación ambiental
Concepciones sobre educación ambiental, problemas ambientales y sostenibilidad	Investigación pedagógica: modelo didáctico y modelo de evaluación	Dificultades de aprendizaje
Nuestra manera de entender la educación ambiental	Funciones y características del educador/a ambiental	Actividades y aprendizaje

Tabla 1: SEIREA (de creación propia).

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para interpretar los resultados nos valemos del *diagnóstico de necesidades* detectadas en las narraciones y en la bibliografía consultada. Para ello, hemos utilizado el instrumento DAFO, que nos sirve para descubrir las demandas, las posibilidades de acción y poder hacerles frente. Hemos valorado de forma “intra” e “inter” los resultados obtenidos a partir de la interpretación de recuerdos de las experiencias vividas y de la literatura revisada. De esta manera, podemos sistematizar nuestros resultados y realizar las conclusiones necesarias al comparar ambos diagnósticos.

Resultados del análisis interno de las narraciones

Durante el proceso de análisis hemos tratado de agrupar los comentarios relacionados con los recuerdos de las experiencias vividas por las educadoras ambientales y maestras en cada una de nuestras categorías de análisis.

SEIREA		
Recuerdos sobre...		
Conceptualización	Profesionalización	Proceso enseñanza-aprendizaje
<p>P1 y P2 hacen comentarios sobre los objetivos de la EA (concienciar, sensibilizar, divulgar, participar...) para lograr un cambio de mentalidad en la sociedad; los contenidos didácticos de los programas versan sobre los problemas energéticos.</p>	<p>P2 y P3, hablan de una formación continuada a través de una plataforma virtual para resolver dudas y comentan que han seguido las indicaciones de los cuadernillos didácticos para experimentar y aprender con el alumnado. P1, sin embargo, habla de un largo etcétera de capacidades que el educador/a ambiental debe poseer para enseñar EA.</p>	<p>P1 recuerda el elevado número de conceptos a aprender, la falta de tiempo para trabajar el total de las actividades, la hora de impartición de la actividad y el estado de agitación del alumnado. P2 recuerda que el tiempo también fue un factor decisivo para ejecutar la actividad, aunque comenta que la motivación e interés del alumnado hicieron posible trabajar las actividades previstas. P3 recuerda la falta de adaptación de las actividades y la escasez de materiales, e incluso, recuerda errores en el diseño de los murales.</p>
<p>P1 trata de inculcar valores como la responsabilidad, conservación y sostenibilidad para resolver la problemática socio-ambiental, mientras que P2 trata de enseñar los conceptos sobre las fuentes de energía renovables. P3 habla de enseñar conocimientos ambientales y científicos</p>	<p>P2 adapta la actividad a modo de feria donde todo el alumnado participó en los experimentos, dialogaban y hacían preguntas, P3 se preocupa de seguir las indicaciones de los libros y cuadernillos de texto y P1 indaga en las concepciones previas del alumnado para orientarles en el proceso de aprendizaje significativo. La evaluación de las actividades ha coincidido en la estrategia, el “debate”, “puesta en común” o “asamblea”, donde los participantes dialogaban y reflexionaban, respondiendo a las preguntas planteadas.</p>	<p>P1 recuerda que los participantes no sabían expresar lo que pensaban, demasiada información nueva, aunque lograban comprender que el calor se pierde y que esto es energía. P2 destaca ya que parece que su alumnado recuerda la actividad del curso anterior que pertenece a Science Project sobre ahorro de energía “Saving Energy”, por tanto, este grupo estaba motivado y poseía ciertos conocimientos sobre el tema;</p>
<p>Sólo se expresan en P1, puesto que la finalidad que persiguen en el proceso enseñanza-aprendizaje las maestras y educadora ambiental es diferente, las maestras están interesadas en el proceso enseñanza-aprendizaje en si mismo y no les preocupa que exista una coherencia entre los objetivos pedagógicos y los objetivos de la EA.</p>	<p>P1 lograr actitudes y comportamientos respetuosos con el entorno, conociendo los problemas y comprometiendo al alumnado en su resolución. P2 adaptó las actividades al tiempo y a la motivación previa de su alumnado. P3 se preocupaba de seguir las indicaciones de los cuadernillos y potenciar en los alumnos el conocimiento científico, así como aprender a pensar.</p>	<p>P1 recuerda que la observación de un audiovisual y la resolución de un acertijo, el alumnado permanecía atento. P2 recuerda la actividad de las casitas y la creación de una serie de consejos de ahorro de energía, creando “Energy Saver Club” para explicar al resto de compañeros y cursos, pasando a la acción. P3 recuerda que las asambleas eran caóticas porque todos querían hablar a la vez pero mejoraron con el paso del tiempo y sus alumnos/as de infantil empezaron a reflexionar, haciéndose preguntas y parece que esto les motivaba.</p>

Tabla 2: Interpretaciones que surgen del análisis de resultados interno (de creación propia).

Tras interpretar los recuerdos de las educadoras ambientales y maestras, hemos utilizado el instrumento DAFO para la detección de necesidades.

	Puntos Débiles	Puntos Fuertes
Presente – Interno	<p>DEBILIDADES</p> <p>Falta de personal cualificado para capacitar al alumnado en materia de educación ambiental, por el desconocimiento de los objetivos de la educación ambiental y de las estrategias alternativas al modelo didáctico de la escuela tradicional.</p> <p>El desconocimiento de los problemas ambientales y cómo actuar para enseñar a resolverlos.</p>	<p>FORTALEZAS</p> <p>La motivación del profesorado por introducir cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las ganas de poner en marcha iniciativas para dotar al alumnado de los conocimientos y aptitudes necesarias para resolver problemas cotidianos y favorecer la transformación del entorno más próximo.</p> <p>El interés por parte del alumnado para aprender a observar, experimentar, dialogar y comprometerse por el cambio.</p>
Futuro – Externo	<p>AMENAZAS</p> <p>La falta de tiempo para ofrecer una enseñanza de calidad.</p> <p>La gran cantidad de conceptos a aprender y la falta de pensamiento crítico del alumnado.</p> <p>La adaptación de las Unidades Didácticas al currículum escolar y a los objetivos que persigue la Educación Ambiental.</p> <p>La escasez de recursos.</p>	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>Cada vez hay más profesorado con ganas de involucrarse y tiene interés en enseñar y aprender para lograr cambios a favor de la educación ambiental.</p> <p>La creación de instrumentos de innovación que den lugar a propuestas de cambio en el proceso enseñanza- aprendizaje en la escuela tradicional.</p> <p>Las nuevas concepciones educativas.</p>

Tabla 2. DAFO detección de necesidades de educadoras ambientales y maestras en los relatos (de creación propia)

Resultados del análisis de la revisión bibliográfica

Se valoró el contexto actual en el que se mueve la EA que nos facilitó la presentación del marco teórico de la investigación y profundizar en el estado de arte. Para ello, se utilizó el instrumento DAFO en el que hemos tratado de exponer las demandas y necesidades del proceso de enseñanza-aprendizaje en EA.

A modo de resumen, se incluye la matriz DAFO tras comparar los resultados de ambos análisis que nos han servido para elaborar las conclusiones del presente estudio.

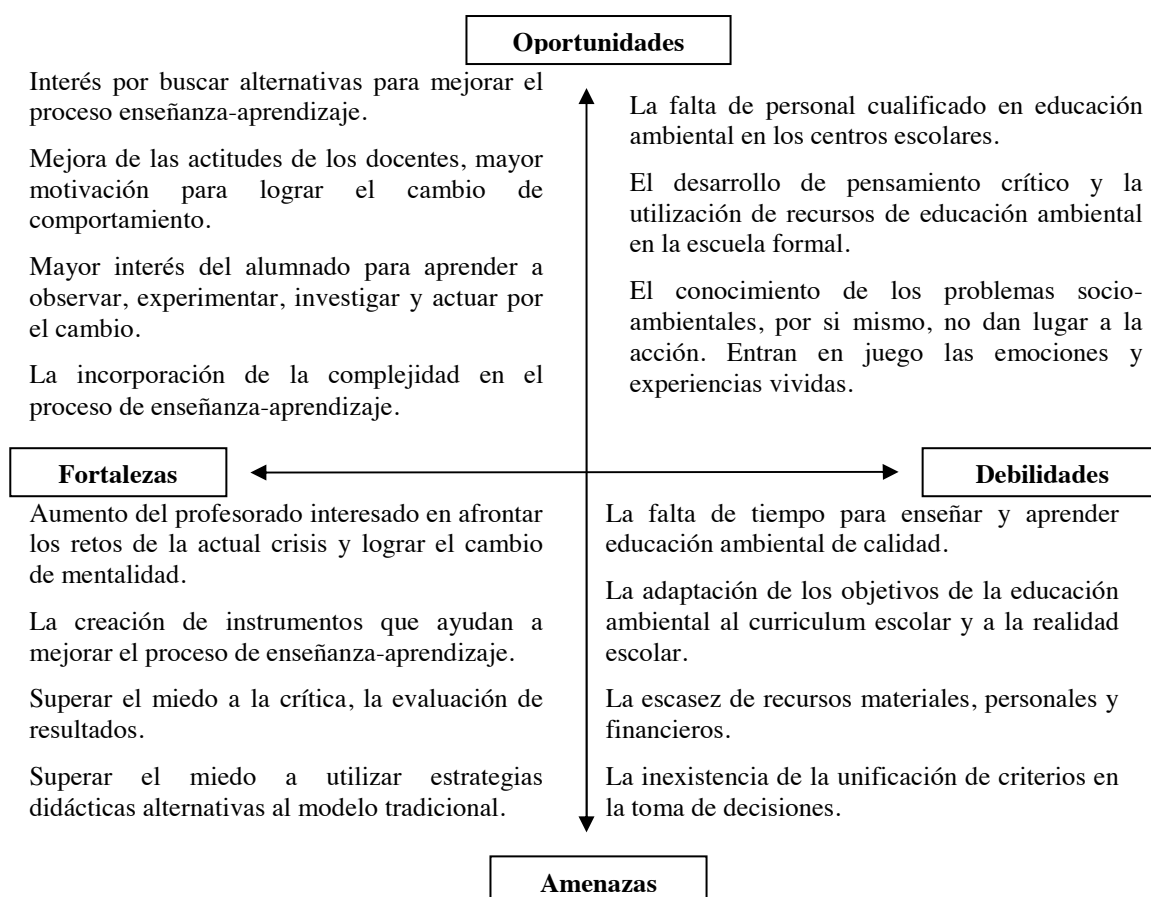


Figura 1. Matriz DAFO de las necesidades detectadas en el proceso enseñanza-aprendizaje en EA

CONCLUSIONES

El relato de una experiencia está cargado de emociones que pueden ser interpretadas y usadas como estrategia para la formación y motivación de educadores ambientales.

A partir de la interpretación y valoración de los recuerdos que se extraen de las educadoras podemos decir que *el diagnóstico nos revela los momentos clave del proceso enseñanza-aprendizaje y se ha conseguido obtener el SEIREA.*

Se ha favorecido el proceso de formación del educador ambiental como *investigador*, aumentando los conocimientos sobre investigación didáctica.

Se han identificado las necesidades de educadores ambientales en las narraciones, coincidiendo con los resultados obtenidos en el diagnóstico de la literatura consultada. Destacando la necesidad de formación de los docentes y educadores ambientales en relación a los problemas ambientales y como enseñar a resolverlos.

BIBLIOGRAFÍA

Bonil, J. (2005). *La recerca avaluativa d'un programa de l'assignatura de Didàctica de les Ciències Experimentals dissenyat prenent com a marc teòric el paradigma de la complexitat: Orientacions per al canvi*. Tesis doctoral. Departamento de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

Bonil, J., Junyent, M. y Pujol, RM. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. Grup de Recerca Còmplex. Departamento de Didàctica de la

Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). *Eureka sobre la enseïanza y divulgación de la ciencia*, 7, 198-215.

Buchanan, T. (2007). *Retrieval of Emotional Memories*. *Psychol Bull.* 133(5), 761-779.

Chawla, L. (2006). Research Methods to Investigate Significant Life Experiences: review and recommendations. *Environmental Education Research*, 12, 359-374.

García, F. (2005). *Los recuerdos encubridores (1899). "La obra más literaria de Sigmund Freud" (Estudio crítico)*. Doctorado en Fundamentos y Desarrollos Psicoanalíticos. Facultad de Psicología, Universidad Complutense. Curso 2004-2005

García, MR., Lubián, P., Moreno, A. (2010). La investigación biográfico narrativa en educación. En (consultado en Agosto de 2011) http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/IBN_Trabajo.pdf

Van der Linden, M. y D'Argembeau, A. (2010). "Las emociones, cemento del recuerdo" *Revista Mente y Cerebro*, 43, 62-65.

Rojas, E., Quintero, J. y Aneízar, R. (2003). Investigación pedagógica en el currículo de educación ambiental en la Universidad de Caldas Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 11, 1-12.

QUÍMICA COTIDIANA. SU DIVERSIDAD EXPOSITIVA

José Alejandro Jiménez Granados y Manuel Fernández González

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

mfgfaber@ugr.es

RESUMEN

Se han estudiado las exposiciones de química cotidiana que presentan las publicaciones de uso escolar. Para ello se recogieron exposiciones, que incluían actividades prácticas, de manuales de orientaciones muy diferentes. En el análisis de las mismas se han determinado ciertas características que han permitido definir cuatro tipos o categorías de exposiciones: disciplinar, contextual-disciplinar, ciencia para todos y ciencia recreativa. De este modo puede clasificarse cualquier documento de química cotidiana, determinando sus atributos y viendo su coincidencia con alguna de las categorías.

Palabras clave

Química cotidiana, ciencia contextual, didáctica de las ciencias, libros de texto.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la ciencia en contexto ha adquirido últimamente gran importancia (Pilot & Bulte, 2006; Caamaño, 2005). Está presente en enfoques actuales, como el CTS (Membiela 2001) y el de alfabetización científica (Jenkins, 2010), que sirven de fundamento a la nueva asignatura Ciencia para el Mundo Contemporáneo (Fernández, 2008). Su puesta en práctica rompe con el esquema tradicional de ciencia centrada en sí misma, para abrirse al entorno del mundo real, lo que suele atenuar los excesos teóricos de la enseñanza (Millar & Hunt, 2002). Dentro del ámbito de la ciencia contextual destaca la ciencia cotidiana, que presta atención especial al estudio de fenómenos, aparatos y materiales con los que estamos en contacto directo en nuestra vida diaria.

Lo cotidiano no sólo motiva sino que también permite una enseñanza más sugestiva y más cercana a los intereses de los alumnos, sin que esto conlleve necesariamente pérdida de rigor (Aragón, 2004). Por una parte, facilita las conexiones teoría-realidad y por otra, permite el planteamiento de situaciones problemáticas que requieren la aplicación de leyes y principios teóricos (Chamizo & Izquierdo, 2005).

Normalmente en los documentos escolares lo cotidiano suele aparecer como ejemplo de los contenidos disciplinares. Otras veces, en cambio, se utiliza como arranque del modelo de investigación, e incluso como manera de introducir un componente divertido, dentro de la orientación de “ciencia recreativa”. No obstante, hay que señalar un inconveniente que suele frenar su utilización: es un tipo de contenido con frecuencia complicado y que carece de la nitidez de los más disciplinares (Jiménez-Liso et al., 2010).

Concretando en los aspectos químicos, lo cotidiano ofrece un campo de aplicación muy interesante, ya que a nuestro alrededor y en nosotros mismos se están produciendo

continuamente multitud de reacciones químicas. En diversos trabajos se ha analizado su presencia en los libros de texto (p.ej. Sánchez et al., 2001) y otros se han centrado en determinadas facetas de la vida diaria, como las transformaciones que se dan en la cocina (Kurti & This, 1994), el uso de productos de limpieza (Sumrall & Brown, 1991), cosméticos (Vivas, 2001), o el contenido de anuncios de televisión (Jiménez et al., 2000).

2. OBJETO DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

Hemos estudiado en documentos de uso escolar exposiciones de química cotidiana. Las exposiciones suelen implicar reacciones u operaciones que se dan o se pueden realizar en la vida corriente (p.ej. vinagre + bicarbonato; p.ej. determinación del pH de un lavavajillas). Conviene aclarar que por reacción química cotidiana entendemos aquella en la que interviene un producto bien conocido (p.ej. el vinagre, en la limpieza del cobre), o es soporte de una reacción (p.ej. el pan, en cuya fabricación se forma CO_2).

Para llevar a cabo este objetivo hemos comenzado localizando exposiciones de química cotidiana en documentos escolares diversos. Han sido seleccionadas las que van acompañadas de una experiencia práctica, sea de laboratorio o de casa, ya que éstas son las más completas y las más centradas en lo cotidiano. No se han tenido en cuenta las exposiciones que se limitan a mostrar la composición de materiales usuales (p.ej. el vidrio), a señalar sólo aplicaciones sin referirse a la reacción química de base (p.ej. el bicarbonato es antiácido), y, mucho menos, a mencionar simplemente el producto o fenómeno.

Una vez clarificado el campo de trabajo, se entra en la tarea de analizar las exposiciones de química cotidiana presentes en documentos escolares, normalmente libros de texto, pero también otros, como libros de ciencia recreativa y páginas web. Aunque la temática cotidiana sea la misma, un libro de, por ejemplo, enfoque disciplinar no la trata de la misma manera que otro orientado hacia la alfabetización científica. Lo que equivale a decir que la orientación de la exposición, en la mayor parte de los casos, es reflejo de la orientación didáctica del manual que la contiene. Si un manual contiene exposiciones que responden todas al mismo tipo, dicho manual tiene una orientación claramente definida en el mismo sentido.

Con base a ello, se han tomado inicialmente libros de texto de secundaria avanzada (edades 15-18 años), de orientaciones claramente definidas como disciplinar y contextual, a lo que se añadieron libros de ciencia recreativa (son los que aparecen en la sec.5). A continuación se localizaron y estudiaron las exposiciones de ciencia cotidiana presentes. Las exposiciones suelen constar de un núcleo en donde aparece el acontecimiento cotidiano y un entorno próximo, formado por contenidos de fundamento o de aplicación, relacionados temáticamente con el primero.

Este estudio nos ha permitido determinar las características que tienen en común exposiciones que figuran en libros de la misma orientación. Una vez conocidas las características más significativas de cada tipo, puede proseguirse el estudio y analizar con su ayuda otros documentos a fin de ser convenientemente categorizados. Es especialmente valioso en el caso de páginas web, que no suelen ofrecer indicios previos sobre su orientación.

3. FACTORES QUE CARACTERIZAN UNA EXPOSICIÓN

Las características encontradas pueden reagruparse en cuatro factores y ser contempladas como modalidades de éstos. Así pues, cada uno (p.ej. “estrategia de

presentación”) puede presentar modalidades diferentes (p.ej. “inductiva”, “deductiva”, “descriptiva”). Los citados factores son:

F1. Estrategia de presentación.- La exposición puede iniciarse con el planteamiento de un problema cotidiano y remontar hasta las leyes y principios, o bien seguir un desarrollo deductivo clásico que parte de estas leyes y principios y termina en lo cotidiano a modo de ejemplo. Cabe también la posibilidad de una exposición prácticamente descriptiva, con ausencia (o casi) de elementos explicativos.

F2. Contenidos teóricos.- La exposición puede tratar únicamente los contenidos que se consideran adecuados para explicar el problema cotidiano. Otra posibilidad es que los contenidos sean marcados por el programa disciplinar de la asignatura y, por tanto, el despliegue teórico es más amplio. Cabe también la opción de ausencia (o casi) de estos contenidos.

F3. Nivel expositivo.- El rigor de la exposición puede ir desde un nivel académico, con empleo abundante de términos científicos, a otro superficial, basado en el lenguaje común. En nuestro caso, uno de los indicadores específicos más significativo al respecto es el uso o no de fórmulas químicas.

F4. Finalidad didáctica.- La intencionalidad del documento es con frecuencia fácil de deducir. En muchos casos resulta evidente que el objetivo principal es explicar lo cotidiano. En otros, queda claro que se pretende enseñar un programa disciplinar y se recurre a lo cotidiano sólo como ejemplo de la teoría. También pueden encontrarse casos donde se busca con absoluta preferencia el divertimento del usuario.

Es de notar la existencia de conexiones entre modalidades de distintos factores. Así por ejemplo, un desarrollo deductivo clásico va unido a unos contenidos marcados por el programa oficial y a una finalidad didáctica que utiliza lo cotidiano como ejemplo de la teoría.

4. CLASIFICACIÓN DE LAS EXPOSICIONES

Los diferentes tipos de exposición ya han sido esbozados anteriormente. Ahora vamos a definirlos de modo más preciso con base a los factores y sus modalidades. Cada tipo o categoría viene caracterizado por un conjunto de modalidades. Ello hace factible que, dada una exposición concreta, tras análisis, pueda asignarse a una categoría determinada. Los tipos o categorías propuestos son los siguientes:

Tipo 1. Exposición de corte disciplinar.- Los contenidos teóricos se exponen de manera sistemática y deductiva, a un nivel académico. Tras ellos se inserta como ejemplo algún contenido cotidiano, que se desarrolla y explica al mismo nivel. Es frecuente que aparezca en una foto al margen, pero en tal caso la información del pie es muy ligera. El contenido puede consistir solamente en una experiencia de reacción química cotidiana.

Tipo 2. Exposición de orientación contextual-disciplinar.- La exposición se inicia con un fenómeno u objeto cotidiano, y en función de éste se seleccionan los contenidos teóricos. Lo cotidiano adquiere aquí un mayor protagonismo. Los contenidos se exponen a nivel académico y con elementos (cuestiones, experiencias) al mismo nivel. La finalidad es introducir la teoría de modo diferente al tradicional, sin excluir la explicación de lo cotidiano.

Tipo 3. Exposición de enfoque “ciencia para todos”.- Muestra características similares a las de la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC). La exposición se asemeja a las de tipo 2, pero los contenidos teóricos están explicados a un nivel más

asequible, tratando de que sean comprendidos por alumnos de exigua formación en ciencias. A veces vemos exposiciones de estas características en la página de introducción a las unidades de muchos textos netamente disciplinares.

Tipo 4. Exposición de ciencia recreativa.- Normalmente se centra en una reacción química que trata de ser lo más vistosa posible. La explicación teórica es prácticamente inexistente. Los términos científicos están casi excluidos y se sustituyen por los del lenguaje común. Su intencionalidad se dirige claramente a buscar el asombro y proporcionar diversión. Otras veces también puede entrar en juego la motivación, pero esto es más problemático.

En la tabla 1 se resume la clasificación de exposiciones y las características de cada tipo. Conviene señalar que las cuatro categorías presentadas son prototípicas y, por tanto, los documentos o exposiciones que podemos manejar se aproximarán en mayor o menor medida a alguna de ellas.

	Exp. Tipo 1: Disciplinar	Exp. Tipo 2: Contextual- disciplinar	Exp. Tipo 3: Ciencia para todos	Exp. Tipo 4: Ciencia recreativa
Estrategia de presentación (F1)	Exposición deductiva Lo cotidiano va al final / margen	La exposición se inicia con un tema cotidiano	La exposición se inicia con un tema cotidiano	Exposición prácticamente descriptiva
Contenidos teóricos (F2)	Marcados por el programa	Seleccionados por la temática cotidiana	Seleccionados (los justos) por la temática cotidiana	Ninguno / Casi inexistentes
Nivel expositivo (F3)	Académico Términos científicos Fórmulas	Académico Términos científicos Fórmulas	Académico mínimo Términos científicos No fórmulas	Superficial Lenguaje común No fórmulas
Finalidad didáctica (F4)	Lo cotidiano sirve como simple ejemplo de la teoría	Centrada en explicar lo cotidiano y/o introducir la teoría	Centrada en explicar lo cotidiano y/o introducir la teoría	La temática sirve para divertir

Tabla 1. Clasificación de exposiciones

5. EJEMPLOS

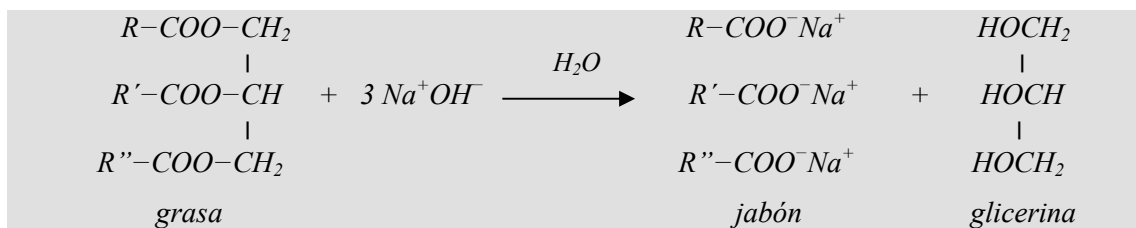
Se ofrecen, en extracto, ejemplos que se ajustan estrechamente a cada una de las cuatro categorías propuestas.

Ej. Tipo 1.- Se trata de un fragmento de libro de texto de bachillerato donde aparece una actividad de química cotidiana sobre la fabricación de jabón. Como puede apreciarse, el tema se desarrolla de forma deductiva y disciplinar. Incluye aplicaciones y ampliaciones de los contenidos, para acabar ofreciendo una experiencia cotidiana, a modo de ejemplo de la teoría expuesta.

Recuadro 1. *Química 2º* (Morcillo et al., 1998: 314)

[La exposición se encuadra en el estudio de las reacciones de esterificación. Se explican qué son las grasas y aceites y se describen los ácidos grasos saturados e insaturados]

Cuando un aceite o grasa se calienta con una disolución acuosa alcalina, el grupo éster sufre una reacción de hidrólisis que, en este caso, se llama saponificación por obtenerse jabones, es decir, sales alcalinas de los ácidos grasos, junto con glicerina.



[Sigue: *Fabricación de jabón*, donde se indica la manera de llevar a cabo de modo casero esta reacción]

Ej. Tipo 2.- Es un fragmento del proyecto Salters de ciencia contextual, que trata de la elaboración de bizcocho (o de pan). Según puede verse, se parte de un fenómeno conocido y se seleccionan los contenidos teóricos que hacen posible su explicación. La exposición sigue una vía inductiva. Los contenidos se desarrollan a nivel disciplinar, apareciendo ecuaciones químicas, iones, experiencias y cuestiones de aplicación. El campo se amplía hasta convertirse en un estudio de reacciones de carbonatos y bicarbonatos.

Recuadro 2. *Chemistry. The Salters' Approach* (Hill et al., 1989: 109-110)

La química en la fabricación de alimentos [Traducido]

[Se comienza mostrando sobre una fotografía cómo la masa se hace esponjosa tras la cocción. Se señala que los cocineros utilizan bicarbonato para producir pequeñas burbujas de CO₂]

Los bicarbonatos son compuestos que contienen el ión HCO₃⁻, llamado ión hidrogenocarbonato. [...] Los carbonatos son compuestos que contienen el ión carbonato (CO₃²⁻). Por ejemplo, el carbonato sódico es Na₂CO₃.

Si se agrega ácido a un carbonato o hidrogenocarbonato, se producirá una fuerte efervescencia. [...]



[Se explica el efecto de la lluvia ácida sobre la piedra caliza]

Una forma de hacer que el bizcocho sea esponjoso es utilizar una mezcla de bicarbonato sódico y ácido tartárico, llamada levadura en polvo. Ambas sustancias son comestibles y reaccionan entre sí en la masa del bizcocho produciendo burbujas de dióxido de carbono [...] que hace que la masa se infle.

[Se pasa a estudiar la descomposición de carbonatos y de bicarbonatos por el calor. Se describe una experiencia de laboratorio. Se habla de la diferente facilidad de descomposición según el carbonato y de aplicaciones de esta reacción]

Ej. Tipo 3.- Se trata de un fragmento correspondiente a una asignatura del bachillerato francés, similar a Ciencia para el Mundo Contemporáneo. Comienza con una práctica de elaboración de mayonesa y a continuación se explican las operaciones y fenómenos experimentados. El documento muestra la teoría al servicio de la actividad. En base a ésta se seleccionan los contenidos teóricos justos para fundamentar las explicaciones. El documento tiene rigor científico, pero el nivel teórico es el mínimo posible para ser asumido por alumnos de nivel elemental en ciencias. Se evitan las fórmulas utilizando modelos o esquemas de las moléculas.

Recuadro 3. *Enseignement scientifique 1^{re} L* (Durandea et al., 2006: 225)

La química en casa. Las emulsiones estables [Traducido]

[Se comienza con dos prácticas. Una estudia la estabilidad de una emulsión aceite-agua y la otra ensaya la preparación de mayonesa con un agente emulsionante adecuado. Tras las prácticas se explica lo observado]

La molécula de agua H_2O está compuesta por un átomo de oxígeno (rojo) unido a dos átomos de hidrógeno (gris). Una molécula de agua, aunque neutra eléctricamente, posee dos polos de cargas opuestas [...] [Se da una figura donde aparecen dos moléculas de agua en interacción]

Los aceites pertenecen al grupo de los lípidos. Sus moléculas, de cadenas carbonadas largas, no tienen polos con carga. [Fotografía del modelo molecular de un aceite]. Muestran pues poca afinidad con las moléculas de agua. Por tanto, el aceite y el agua no son miscibles.

Para estabilizar una mezcla de aceite y agua hay que introducir moléculas que tengan al mismo tiempo afinidad por el aceite y por el agua. Estas moléculas deben tener una extremidad hidrófila y una larga cadena carbonada con una extremidad lipófila. Son las moléculas tensoactivas, presentes en la mostaza, la clara y yema del huevo y también en los detergentes [...] [Se ofrecen dos esquemas: uno de molécula tensoactiva, y otro mostrando su disposición sobre la superficie del agua].

Ej. Tipo 4.- Es un fragmento de libro de ciencia recreativa. Expone una actividad que consiste en limpiar monedas con vinagre. Se basa en una reacción del tipo: óxido metálico + ácido \rightarrow sal + agua, pero en ningún momento aparece ésta, ni tampoco fórmula alguna. El objetivo principal es la búsqueda de lo espectacular. Se sortea cualquier explicación y en su lugar se describen los acontecimientos en lenguaje común.

Recuadro 4. *Los experimentos de Flipy (AA.VV., 2009: 99-100)*

El experimento. Después de unos minutos saca las monedas del vaso [que contiene vinagre y sal]. Deja secar algunas encima de un papel de cocina y enjuaga las demás con agua antes de ponerlas a secar en otro papel de cocina. Las monedas que has enjuagado con agua brillan como si fueran nuevas. Las monedas que has dejado secar sin enjuagar tienen restos de la mezcla de vinagre y sal y han adoptado un color azul verdoso.

La explicación. La mezcla de vinagre y sal ablanda el óxido de cobre de las monedas, es decir, la suciedad. Al enjuagar las monedas con agua la reacción química que producen el vinagre y la sal sobre el óxido de cobre se detiene y por eso se quedan brillantes. Cuando en esa reacción química también entra en juego el oxígeno del aire se produce otra reacción. Por eso las monedas que no se han enjuagado han adquirido ese color azul verdoso.

Casi todas las monedas antiguas de bronce están recubiertas de una fina capa de óxido de cobre marrón.

Puedes aprovechar el vaso en el que has metido las monedas oxidadas para comprobar que al meter unos clavos limpios los átomos [sic] de óxido de cobre desprendidos de las monedas se adhieren a otros metales y dan a los clavos un tono rojizo [...]

6. ALGUNOS RESULTADOS

Aquí no se pretende realizar ningún estudio exhaustivo de manuales sino de comprobar la idoneidad del esquema clasificatorio, al tiempo que su utilidad en la investigación de química cotidiana en documentos de ámbito escolar.

Manuales de bachillerato.- Para ello se han estudiado 10 manuales actuales de bachillerato (5 de Física y Química 1º y 5 de Química 2º) de editoriales conocidas (Oxford, SM, Anaya, Bruño y Vicens Vives). Hay que señalar la escasez de exposiciones de química cotidiana encontradas que reúnen los requisitos establecidos (16 en total). Pero lo más importante de este estudio es el análisis de las mismas siguiendo el esquema de factores y las características en cada uno, lo que permite su

asignación a un tipo determinado. Los resultados obtenidos arrojan un reparto casi equitativo de exposiciones tipo 1 y tipo 2 (8 y 7). Esto no es de extrañar pues el denominador común de dichos manuales es su nivel académico (F3). Las exposiciones tipo 2 suelen ir en apartados con título propio (“antiácidos”, “airbag”, etc.) y aparecen en el mismo manual junto a exposiciones tipo 1.

Manuales de 4º de ESO.- Siguiendo los pasos anteriores, se han revisado 5 manuales de 4º de ESO (mismas editoriales, salvo Santillana en lugar de Vicens Vives). Las exposiciones que reúnen los requisitos fijados son muy escasas (6 en total). En realidad hay más alusiones a lo cotidiano pero no pasan de la simple mención, por lo cual parece que se prefiere no detenerse en ellas. Los resultados, como antes, dan una preferencia a los tipos de mayor nivel académico (tipos 1 y 2: 3 y 2) frente a los otros (tipo 3: 1).

Manuales de CMC.- Se han examinado 5 manuales de CMC de 1º de bachillerato de editoriales conocidas (Bruño, SM, Santillana, Algaída y Pearson). Lo primero que cabe decir es que, con alguna excepción (SM), no responden a la filosofía de la nueva asignatura, señalada ya en la literatura didáctica (Fernández, 2008). En vez de recurrir a la metodología de investigación, los manuales insisten en transmitir de forma memorística una información densa y enciclopédica. Raramente se encuentran, por tanto, actividades manipulativas. Concretamente, de química cotidiana sólo hemos localizado 6 en los 5 libros revisados. Todas ellas corresponden al tipo 3.

Páginas web.- Igualmente se han explorado páginas web, buscando las palabras clave: *química/chemistry +context/context +cotidian/everyday, diari/daily +reaccion/reaction*. Como incluso de este modo se obtiene una gran diversidad, se seleccionaron aquellas que procedían inequívocamente de profesores o de instituciones escolares. En la fecha de la consulta (20-07-2011) se han localizado 27 documentos, que se han analizado por factores para determinar sus características, lo cual ha permitido clasificarlos. Los resultados obtenidos evidencian que la mayoría corresponde a los tipos 3 (9) y 2 (8), sigue el tipo 4 (6) y por último el 1 (4). Como puede apreciarse, hay gran dispersión entre las exposiciones de internet, aunque predominan las de nivel expositivo asequible, con empleo moderado de términos científicos (tipos 3+4: 16), frente a las de nivel académico (tipos 1+2: 12).

7. CONCLUSIONES

Para finalizar destacamos las principales aportaciones del trabajo realizado.

- Se ha puesto de manifiesto el papel diverso que puede jugar la química cotidiana en publicaciones de uso escolar. En las de corte tradicional suele aparecer subordinada a la teoría; en cambio en las de orientación contextual toma un evidente protagonismo.
- En el análisis de las exposiciones se han determinado diversas características o modalidades, que pueden servir para definir distintos tipos de exposición. Estas características pueden recogerse en varios factores generales. Las modalidades dependen de la orientación del documento.
- Se han establecido cuatro tipos de exposiciones. Cada uno viene definido por un conjunto de características, pertenecientes a cada factor. Así, cualquier documento puede clasificarse en uno de los cuatro tipos, según las características que presenta.
- Se ha aplicado el esquema propuesto a diversos documentos, encontrándose que los manuales de bachillerato y 4º de ESO muestran exposiciones de nivel disciplinar (tipos 1 y 2), mientras que en las páginas web de ámbito escolar sucede lo contrario, predominando los tipos 3 y 4.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. (2009). *Los experimentos de Flipy*. Madrid: Aguilar.
- Aragón Méndez, M.M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 1(2), 109-121. Último acceso el 6 de febrero de 2012, desde <http://www.apac-eureka.org/revista>
- Caamaño, A. (Coord.). (2005). Contextualizar la ciencia. *Alambique*, 46.
- Chamizo, J.A. & Izquierdo, M. (2005). Ciencias en contexto: una reflexión desde la filosofía. *Alambique*, 46, 9-17.
- Durandea, J.P. (Coord.). (2006). *Enseignement scientifique, 1^{re} L*. Paris: Hachette.
- Fernández González, M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 5(2), 185-199. Último acceso el 6 de febrero de 2012, desde <http://www.apac-eureka.org/revista>
- Hill, G., Holman, J., Lazonby, J., Raffan, J. & Waddington, D. (1989). *Chemistry. The Salters' Approach*. Oxford: Heinemann.
- Jenkins, E. (2010). How might research inform scientific literacy in schools? *Education in Science*, 239, 26-27.
- Jiménez, M.R., De Manuel, E., González, F. & Salinas, 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., López Gay, R. & Márquez, M.M. (2010). Química y cocina: del contexto a la construcción de modelos. *Alambique*, 65, 33-44.
- Kurti, N. & This, H. (1994). Química y física de la cocina. *Investigación y Ciencia*, 213, 40-45.
- Membriela, P. (Ed.). (2001). *Enseñanza de las ciencias bajo la perspectiva CTS*. Madrid: Narcea.
- Millar, R. & Hunt, A. (2002). Science for public understanding: a different way to teach and learn science. *School Science Review*, 83(304), 35-42.
- Morcillo, J., Fernández, M. & Carrión, V.E. (1998). *Química 2º de Bachillerato*. Madrid: Anaya.
- Pilot, A. & Bulte, A.M.W. (2006). Why Do You "Need to Know"? Context-based education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 953-956 (y ss.).
- Sánchez, M.A., Jiménez, M.R. & De Manuel, E. (2001). La vida cotidiana en los libros de texto de secundaria: Contenidos relacionados con las reacciones químicas. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 63-64.
- Sumrall, W.J. & Brown, F.W. (1991). Consumer chemistry in the classroom. Science from the supermarket. *Science Teacher*, 58(4), 28-31.
- Vivas, E. (2001). Cosmética y química. *Alambique*, 28, 69-76.

Conocimiento Didáctico del Contenido sobre el Campo Eléctrico

Lina Melo^a, Florentina Cañada^a, Vicente Mellado^a, Mabel Díaz^b

^a*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura. 06006 Badajoz.* ^b*Colegio Santa María, Bogotá-Colombia.*
lymelo@unex.es

RESUMEN

El estudio analiza la caracterización inicial del conocimiento didáctico del contenido (CDC) de una profesora de física colombiana de bachillerato sobre el concepto campo eléctrico. Los resultados muestran que el modelo didáctico de la profesora está mediado por la idea de física y conocimiento escolar que expresa, las exigencias institucionales sobre la evaluación, el tiempo de ejecución de la unidad de enseñanza y las intenciones manifiestas sobre la enseñanza de la física. Además, la lógica que articula la proposición de las estrategias y la secuencia de enseñanza no tiene en cuenta las reflexiones que el profesor ha realizado sobre las necesidades y dificultades de sus estudiantes sobre el aprendizaje del campo eléctrico, sino la necesidad de hacer del concepto un contenido más concreto y menos abstracto para sus estudiantes.

Palabras clave

Conocimiento Didáctico del Contenido, Enseñanza del Campo Eléctrico, Formación de Profesores de física.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Shulman (1986) el CDC es desarrollado por los profesores para ayudar a otros a aprender, y es construido en tanto ellos enseñan tópicos específicos de su área de saber (Abell, 2007). Sin embargo, su transformación y desarrollo no es un ejercicio que se emprenda por sí solo y de manera espontánea, sino que requiere de una participación activa en procesos de reflexión metacognitiva (Mellado et al., 2006).

El presente trabajo se desarrolla en esta línea, y forma parte de un estudio donde proponemos, a partir de la caracterización inicial del conocimiento didáctico del contenido (CDC), diseñar, desarrollar y valorar un programa de intervención, basado en la reflexión. Los objetivos son identificar los factores que dificultan o refuerzan el desarrollo del CDC, así como la relación de las distintas componentes del mismo, sobre el campo eléctrico, un contenido con pocos referentes cotidianos y un alto nivel de abstracción. Los resultados que se presentan a continuación, sólo describen los análisis de la caracterización inicial del CDC.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

La mayoría de las investigaciones que vinculan el análisis del CDC, se han centrado en lo que los profesores de física piensan o dicen que hacen, dejando de lado la actuación en el aula. Los contenidos analizados en las investigaciones han sido, densidad (Dawkins, Dickerson y Butler, 2003), fuerza (Loughran, Berry y Mulhall, 2006),

electricidad (Loughran, Berry y Mulhall, 2006; Olszewski, 2010), calor o temperatura (Magnusson y Krajcik, 1993), que tienen un fuerte componente cotidiano diferente al que proponemos. La escasez de trabajos realizados sobre contenidos específicos en física con estas características, justifica esta investigación.

Antecedentes de la investigación

El conocimiento didáctico del contenido es específico de cada contenido que se enseña. Es un conocimiento que vincula una forma de razonamiento y acción didáctica por medio del cual los profesores transforman el conocimiento sobre su materia en representaciones que son comprensibles para los alumnos.

Por su naturaleza dentro de la formación y desarrollo profesional, el CDC se ha convertido en una herramienta integral dentro de la labor docente (Park et. al, 2011), porque permite: *a*) identificar y actuar sobre los factores que componen y regulan la estabilidad de los modelos de enseñanza, *b*) validar los objetos teóricos que son enseñados, *c*) reconocer como saber el conocimiento que el profesor desarrolla a lo largo de su experiencia en las prácticas del aula, y, *d*) redirigir la relación entre investigación y práctica de aula. (Sperandeo-Mineo et al., 2010). Por tanto, es importante conocer los diferentes estados del CDC de la vida de un profesor, y sobre todo los factores que hacen posible que su CDC cambie.

La mayoría de los modelos sobre el CDC en ciencias desarrollados después del trabajo presentado por Magnuson, et al., (1999), consideran cinco componentes para describir el CDC de los profesores de ciencias: orientaciones y concepciones sobre la enseñanza de las ciencias; conocimiento curricular; conocimiento del aprendizaje y las ideas de los estudiantes; las estrategias de enseñanza; y la evaluación.

Investigaciones recientes sugieren, como elemento importante dentro de la caracterización del CDC, al dominio afectivo: emociones hacia el contenido que se enseña, la enseñanza y el aprendizaje, actitudes, y eficacia docente (Park y Oliver, 2008; Garritz, 2010). Esto sugiere que los buenos profesores, además de destacarse por lo cognitivo, por sus estrategias de enseñanza y su eficacia para lograr aprendizaje asertivo, también están llenos de actitudes y emociones positivas hacia sí mismos, hacia su trabajo y hacia sus alumnos (Mellado, Garritz y Brígido, 2009).

El volumen de investigaciones que tratan específicamente sobre el CDC de profesores de física en ejercicio es relativamente bajo, y no todas las investigaciones se han centrado en contenidos específicos de física.

Objetivos de Investigación

El objetivo general es caracterizar el CDC de una profesora de Física de Bachillerato, en Colombia, sobre el concepto Campo Eléctrico. Este objetivo general se desglosa en cinco preguntas:

- (i) ¿Cuáles son las orientaciones sobre la enseñanza de la física, y el campo eléctrico que mantiene la profesora?
- (ii) ¿Qué conocimientos posee sobre el currículo de física en Bachillerato y cómo influye en la enseñanza del campo eléctrico?
- (iii) ¿Qué conocimientos tienen la profesora sobre sus estudiantes, alrededor del aprendizaje del campo eléctrico?

- (iv) ¿Cuáles son los conocimientos sobre las estrategias instruccionales que expresa en cuanto a la enseñanza del campo eléctrico? y, finalmente,
- (v) ¿Qué conocimientos poseen sobre la evaluación en física?

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló con una profesora licenciada en física, de 28 años de edad y una experiencia docente de 7 años. Actualmente trabaja en una institución educativa de carácter privado en la ciudad de Bogotá, Colombia. Sus estudiantes tienen una edad que oscila entre los 17 y los 19 años.

Los procedimientos de recogida y análisis de datos que se utilizaron para caracterizar el CDC fueron: a) un cuestionario de preguntas abiertas sobre lo que el profesor considera que son las estrategias de enseñanza en física y el papel de la planificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje; b) el material curricular utilizado por los profesores; c) la plantilla dispuesta por Pro (1998) para realizar planificaciones; d) la matriz diseñada por Loughran, et al.,(2004) como representación del contenido (ReCo), a la que se le han realizado algunas modificaciones en cuanto al número de preguntas y a la forma de seleccionar las ideas centrales sobre la enseñanza del campo eléctrico, e) entrevista semiestructurada y f) grabaciones de clase.

El sistema de categorías de análisis considerado es tomado directamente de las componentes del CDC: orientaciones y concepciones sobre la enseñanza de las ciencias; conocimiento curricular; conocimiento del aprendizaje y las ideas de los estudiantes; las estrategias de enseñanza y la evaluación.

RESULTADOS

El modelo escolar y el modelo físico de campo eléctrico que la profesora describe son iguales. Se centra en la carga eléctrica como causa de la interacción, la fuerza eléctrica como efecto del campo, y el campo como *“alteración del espacio alrededor de un cuerpo cargado”*.

Manifiesta que debido a las características del concepto; a la dificultad técnica; al desconocimiento de experiencias sencillas para implementar en el aula, distintas a las citadas en la literatura; y a la *confusa concepción del modelo atómico* que tienen sus estudiantes, ha hecho de la instrucción sobre las interacciones eléctricas y sus causas, un ejercicio sumamente difícil. Es por eso, que sus explicaciones presentan la fuerza y campo eléctrico como meros mecanismos heurísticos interrelacionados en la solución de ejercicios, y las representaciones del campo como fotografías estáticas que definen el concepto.

Aunque menciona que a través de la idea de campo el estudiante puede cambiar la idea de acción a distancia, no propone ninguna estrategia que valide esta afirmación. Las visiones que la profesora expresa sobre la enseñanza y el aprendizaje se fundamentan en dos ideas: la inclusión de la experimentación como estrategia de enseñanza facilita la comprensión, y las mayores dificultades, tanto en la comprensión como en la instrucción de los contenidos físicos, están en proporción con el nivel de formalización matemática.

El objetivo principal de su enseñanza es que el estudiante esté capacitado para caracterizar cualquier situación que se le presente, y sobre todo que pueda establecer relaciones. Es consciente que todos sus estudiantes no están interesados en aprender física. Sin embargo, su experiencia le ha mostrado que *si los estudiantes ven la utilidad de lo que aprenden y están motivados, su actitud hacia la física varía*.

Para la profesora, el currículo debe mostrar una visión amplia y general de lo que es el conocimiento físico y su utilidad. El foco en secundaria es que el estudiante se informe, establezca ciertas relaciones y, sobre todo, se motive hacia el aprendizaje de la física. En bachillerato, el objetivo es ahondar sobre los conceptos vistos en secundaria, caracterizarlos, formalizarlos, e interrelacionarlos, desarrollando las habilidades cognitivas propuestas por la institución educativa.

La profesora considera que asigna un papel activo al estudiante dentro de su instrucción. Sin embargo, no contempla o menciona en su planificación reflexiones o estrategias, específicas sobre las dificultades de aprendizaje que detecta. Durante el desarrollo de sus clases sólo retoma las ideas de los estudiantes a través de un proceso de indagación. La profesora considera que propicia el aprendizaje, cuando enfatiza sobre los términos o respuestas tanto correctas como incorrectas que el estudiante comenta.

Las dificultades que detecta la profesora, en cuanto a la comprensión del concepto campo y fuerza eléctrica, son en su mayoría procedimentales, como las dificultades en identificar la información o datos que necesitan para resolver un ejercicio, y la ejecución deficiente de ciertos algoritmos, sin embargo no son los únicos. También menciona como “*la falta de memoria*” impide a los alumnos recordar y relacionar conceptos, especialmente cuando operan con vectores. Además, considera que a pesar de la instrucción, la interacción eléctrica sigue viéndose por los estudiantes a distancia, y no contigua como propone el marco teórico de la teoría de campo.

La secuencia de enseñanza que plantea se estructura sobre una microsecuencia genérica como se muestra en la figura 1: *Explicación*, donde la estrategia fundamental es una mezcla entre el discurso del profesor y la presentación de experiencias demostrativas. *Aplicación* de la teoría mediante solución de ejercicios por parte del profesor. *Comprobación* de lo aprendido a través de sesiones de ejercicios. *Refuerzo*, solución de dudas sobre los ejercicios propuestos. Por último, *Evaluación*.

Aunque las estrategias fundamentales son la clase magistral, los laboratorios y/o las experiencias demostrativas, y la solución de ejercicios, también menciona un cúmulo variado de actividades que alimentan la secuencia propuesta.

La variante significativa en la secuencia de enseñanza del profesor, en cuanto a lo que dice que hace del primer al segundo año, es la inclusión de una actividad que rastrea e integra las ideas de los estudiantes. Sin embargo, como ya se ha mencionado, en la práctica sólo es un ejercicio de indagación.

El proceso de evaluación es sumativo. Sus instrumentos de evaluación ponen un especial énfasis en las preguntas de selección múltiple con única respuesta, ya que son la técnica utilizada en la prueba institucional para el ingreso a la universidad. El desarrollo de habilidades se valora por la capacidad del estudiante de resolver ejercicios.

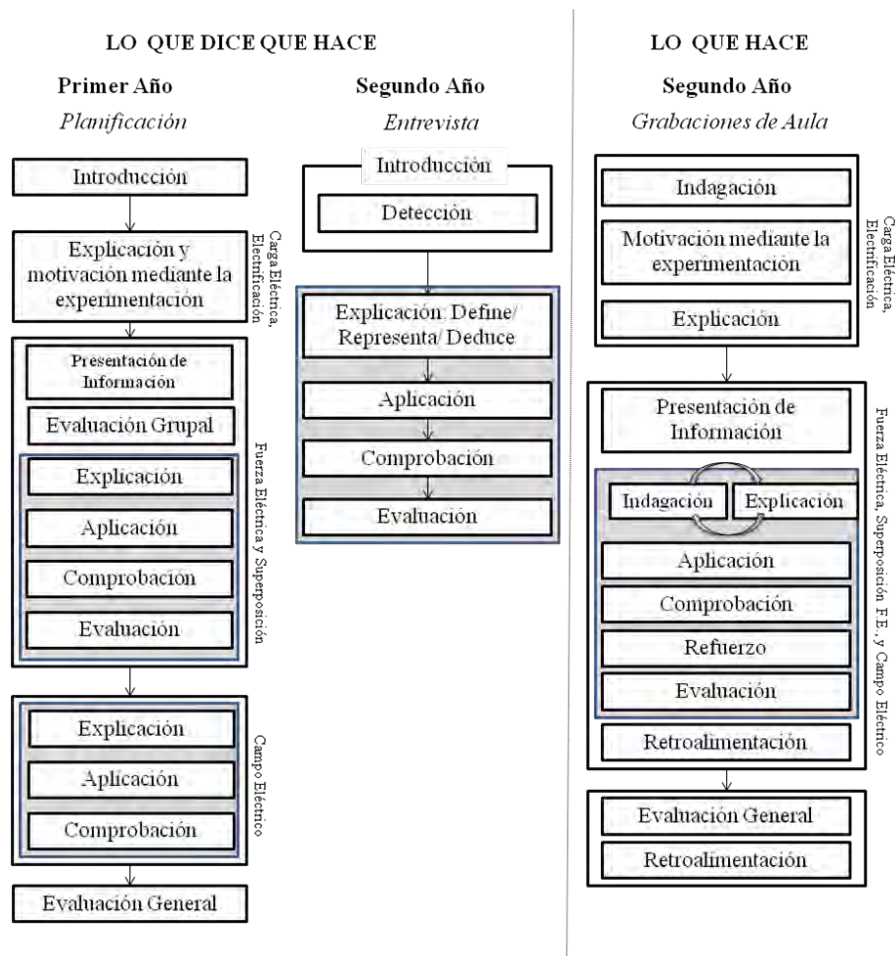


Figura 1. Secuencias de Enseñanza, declaradas e implementadas durante la enseñanza del Campo Eléctrico

CONCLUSIONES

El modelo didáctico de la profesora está mediado por la idea de física y conocimiento escolar que expresa, las exigencias institucionales sobre la evaluación, el tiempo de ejecución de la unidad de enseñanza y las intenciones manifiestas sobre la enseñanza de la física.

Los antecedentes escolares de la profesora, especialmente la relación entre la física y la matemática, influyen de manera considerable sobre su idea de aprendizaje, las ideas de física que expresa, y las estrategias que selecciona en la enseñanza del campo eléctrico. Sin embargo, la lógica que articula la proposición de las estrategias y la secuencia de enseñanza, no tiene en cuenta las reflexiones que la profesora expresa sobre las necesidades y dificultades de sus estudiantes y sobre el aprendizaje del campo eléctrico. Su motivación a efectuar cambios en esta componente se resume en la necesidad de hacer del concepto un contenido más concreto y menos abstracto para sus estudiantes.

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.

Sus ideas sobre aprendizaje no se reflejan en cómo valora las distintas evaluaciones y los criterios que selecciona para definir la dificultad de las estrategias de evaluación.

Agradecimientos: Este trabajo es financiado por el Proyecto de Investigación EDU2009-12864 del Ministerio de Ciencia e Innovación (España) y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). L. Melo agradece a la Universidad de Extremadura la concesión de una beca predoctoral.

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. En S. K. Abell & N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1140). N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Dawkins, K., Dickerson, D., & Butler, S. (2003). *Pre-Service Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Regarding Density*. 84th Annual Meeting of the American Educational Research Association. Chicago, Illinois.

Garritz, A. (2010). Pedagogical Content Knowledge and the affective domain of scholarship of teaching and learning. *International Journal for the scholarship of Teaching and Learning*, 4(2), 1-6.

Loughran, J., Mulhall, P. & 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.

Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. (Eds) Rotterdam. Sense Publishers.

Magnusson, S. & Krajcik, J. (1993). *Teacher Knowledge and Representative of Content in Instruction about Heat Energy and Temperature*. Paper presented at Annual meeting of National Association for Research in Science Teaching, Atlanta.

Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the PCK 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., Ruiz, C., Bermejo, M. L. & Jiménez, R. (2006). Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers. *Science & Education*, 15(5), 419-445.

Mellado, V., Garritz, A. & Brígido, M. (2009). La dimensión afectiva olvidada del conocimiento didáctico del contenido de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, p. 347-351.

Olszewski, J. (2010) *The impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes*. Berlin. Logos Verlag Berlin GmbH.

Park, S., Jang, J.Y., Chen, Y.C. & Hung, J. (2011). Is Pedagogical Content Knowledge (PCK) Necessary for Reformed Science Teaching?: Evidence from an Empirical Study. *Research in Science Education*. 41, 245–260

Pro, A. de (1998) Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (3), 411-429.

Sperandeo-Mineo, M., Capizzo, M.C., Lupo, L., Monroy, G., Lombardi, S., & Testa, I. (2010) Pedagogical Content Knowledge as a tool to understand and develop teachers' competences. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Science)*. 1, 1-16.

Una herramienta para la evaluación de las presentaciones orales del profesorado de Ciencias en formación. Desarrollo de la competencia comunicativa.

Roda Calvera, V.M., Sánchez-González, M.D.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza
vrodac@unizar.es*

RESUMEN

La revisión y optimización de los procesos de evaluación del profesorado en formación inicial son el punto de partida para la implementación de una metodología que les permita conseguir un adecuado nivel en la realización de presentaciones orales. Llevar a cabo presentaciones orales forma parte de la competencia comunicativa que el profesorado de Educación Secundaria en formación debe adquirir. Se describe en este trabajo el diseño y validación de una matriz de valoración (rubric) que permita conseguir resultados de evaluación objetivos y sirva de referente al alumnado a lo largo de su aprendizaje.

Palabras clave

Matriz de valoración, evaluación, competencias profesionales, presentación oral

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las directrices señaladas en informes de la Unión Europea (Rocard, 2006 y Osborne & Dillon, 2008), en la enseñanza-aprendizaje de la didáctica de Física y Química en la Universidad de Zaragoza se viene utilizando una metodología eminentemente práctica y activa, basada en competencias profesionales docentes, en la que los estudiantes diseñan una propuesta didáctica trabajando en grupos colaborativos (Sánchez-González, 2007). Se ha utilizado como plataforma para el trabajo cooperativo el servidor de BSCW (Basic Support for cooperative work), accesible desde la URL <http://bscw.unizar.es>. Las propuestas se presentan en modalidad web y se alojan en el BSCW. Los grupos de estudiantes exponen oralmente sus propuestas a la profesora y a sus compañeros, apoyándose en medios tecnológicos (ordenador, proyector y pantalla). Es a esta última fase del desarrollo de la asignatura a la que nos referiremos: las presentaciones orales realizadas por los grupos de estudiantes y su evaluación como competencia profesional docente (figura 1).

Entendemos por “presentación oral” la comunicación pública, verbal y razonada de los aspectos más destacados del proyecto realizado, dirigida a toda la clase. Comunicar, en sus diferentes variedades, es una competencia clave para quienes se dediquen o se vayan a dedicar a la docencia. Así, aparece reflejada con distintas formulaciones en las clasificaciones de competencias exclusivamente docentes recogidas por Cano (2005).

En la normativa que adapta y desarrolla las directrices del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) al contexto español -en el que se desarrolla esta experiencia- se establece que los estudiantes han de saber comunicar sus conclusiones, de forma razonada, a públicos tanto especializados como no especializados. Además se especifican como habilidades a desarrollar el buscar, obtener, procesar y comunicar información de diversos tipos, transformarla en conocimiento y aplicarla en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las materias propias de la especialización cursada.

Es importante resaltar que, aunque los estudiantes han podido realizar presentaciones orales en otras asignaturas de sus respectivos grados de ciencias, no lo han hecho con la finalidad que aquí se propone. Este enfoque, nuevo para ellos, supone añadir a las características generales de una buena presentación otras específicas que juegan un papel clave para conseguir una docencia de calidad (tener en cuenta las concepciones previas los estudiantes, justificar la estructura de la propuesta, la selección y secuenciación de los contenidos para el contexto educativo,...).

Consideramos de especial relevancia el hecho de que los estudiantes cuenten con medios tecnológicos como ayuda para sus presentaciones, pues estos se han integrado de manera muy rápida en los últimos años en multitud de ámbitos, en los que el alumnado de estas asignaturas deberá desenvolverse al finalizar sus estudios. En concreto, en el ámbito de la educación, los estándares nacionales e internacionales sobre competencias TIC para los docentes incluyen, entre las destrezas que han de adquirir, la utilización de estos medios en las presentaciones orales (UNESCO, 2008; International Society for Technology in Education, 2008). El uso de estas tecnologías aporta algunas novedades al proceso comunicativo de la presentación oral, requiriendo de quién las utiliza la puesta en práctica de métodos y estrategias específicas (selección de los contenidos a presentar visualmente, sincronización de la presentación visual con la oral, gestos, movimientos y ritmo adecuados, etc.) que han de ser tenidas en cuenta tanto en la formación, como en la evaluación.



Figura 1. Secuencia de trabajo

OBJETIVOS

El objetivo principal perseguido es ofrecer una formación de calidad a los profesores en formación inicial, adecuada a la realidad que van a encontrar en las aulas y partiendo de la revisión de los procesos y las herramientas de evaluación. Del conjunto de competencias trabajadas se ha seleccionado la competencia para realizar presentaciones orales, desarrollando una metodología que permita a los estudiantes alcanzar un nivel adecuado de acuerdo con los estándares.

El proceso se desarrolla en torno al diseño de una matriz de valoración para la evaluación de las presentaciones orales. La decisión de diseñar la matriz de valoración ha sido tomada con el convencimiento de que suscitaría en el equipo investigador la necesaria reflexión y el análisis exhaustivo de los factores implicados en la competencia a evaluar. Además, una vez contáramos con una matriz de valoración válida, ésta serviría de apoyo al proceso de adquisición de la competencia tanto para el profesorado, como para el alumnado (Moskal, 2000).

La herramienta de evaluación diseñada deberá destacar los elementos más importantes del proceso a seguir para preparar y realizar la presentación oral. Además será una guía que facilite la evaluación, tanto a lo largo del proceso como al final del mismo, hará posible la máxima objetividad en la valoración de los distintos aspectos a evaluar y deberá tener en cuenta los elementos distintivos del tipo de presentación oral.

DESARROLLO DEL PROCESO

El proceso que se ha seguido consta de los siguientes pasos:

Definición de la competencia

El significado tradicional del término “competencia” se ha enriquecido en los últimos años con las múltiples definiciones que le atribuyen distintos autores en el contexto educativo, como Perrenoud, Le Boterf, o Lasnier. Para definir adecuadamente la competencia que vamos a evaluar tomamos como referencia el concepto amplio propuesto por Bolívar (2008), incidiendo en dos aspectos:

- Además de en el conocimiento científico, se basan en el conocimiento pedagógico del contenido.
- Se utilizan para su diseño y desarrollo las TIC.

Diseño de la matriz de valoración

Las matrices de valoración son poderosas herramientas que facilitan la calificación del desempeño de los estudiantes, especialmente en áreas de currículo complejas, imprecisas y subjetivas. Mertler (2001) las define como “scoring guides, consisting of specific pre-established performance criteria, used in evaluating student work on performance assessments”. La utilización de matrices de valoración como herramienta de evaluación parte de la identificación de criterios relevantes para determinar en qué grado el alumnado ha conseguido los objetivos de aprendizaje. La utilización de matriz de valoración en la evaluación de tareas complejas -como es nuestro caso- es defendida por Moskal (2000), aunque no todo son ventajas en su uso. Reitmeiner (2009) cita algunos problemas a tener en cuenta:

- La selección de criterios puede parecer subjetiva si los estudiantes ignoran sus significados e importancia o no los relacionan con los conceptos que están siendo evaluados.
- La concreción requerida en el diseño de la matriz puede ocultar una visión más amplia de los conceptos evaluados.
- Las puntuaciones otorgadas a cada criterio pueden ser adjudicadas por los evaluadores de forma incoherente o contradictoria.

Para evitar estos problemas se ha formado al alumnado en relación a los criterios de evaluación y a su integración dentro del marco general de la competencia que se evalúa, reservando tiempo de las sesiones presenciales a la preparación guiada de las presentaciones orales. Se ha consultado con expertos en el campo a evaluar y en campos

relacionados, para obtener distintas visiones que permitan el diseño de una matriz que tenga en cuenta los aspectos más destacados, sin sesgos ni imprecisiones y sin omitir criterios relevantes. También se ha llevado a cabo una intensa labor de equipo entre los docentes e investigadores para la puesta a punto de la herramienta, incluyendo la discusión de significados de los indicadores y la revisión de indicadores.

Diversos autores (Moskal, 2000; Mertler, 2001; Diaz-Barriga, 2006) proponen métodos generales para la elaboración de matrices de valoración. En nuestro caso se ha tomado como punto de partida una plantilla de evaluación utilizada en cursos anteriores y sobre ella se han definido los indicadores y redactado los grados de consecución de acuerdo al siguiente proceso:

1. Revisión de los objetivos relacionados con la competencia a evaluar.

Se ha realizado una consulta bibliográfica en la literatura especializada y se ha consultado a expertos en comunicación, didáctica y evaluación sobre aspectos relevantes a tener presentes en la evaluación de presentaciones orales en grupo apoyadas por tecnologías.

2. Identificación de indicadores o criterios.

Se trata de atributos observables de la tarea de la cual queremos que el alumnado demuestre su dominio. De acuerdo a los objetivos y teniendo en cuenta la información obtenida en el paso anterior, se han tomado algunas decisiones importantes:

- Separar claramente los aspectos de contenido (qué comunican) de los de forma (cómo comunican).
- Formular de manera más objetiva algunos indicadores que presentaban problemas en su interpretación por parte de distintos evaluadores.
- Reunir en categorías los indicadores con mayor relación entre sí, al objeto de facilitar la calificación final.

3. Reflexión sobre las características más destacadas para cada indicador y determinación del grado óptimo de consecución de cada uno de ellos.

En base a las características seleccionadas se redactaron las descripciones de lo que se consideraba un grado de excelencia en cada uno de los indicadores.

4. Formulación del resto de los grados de consecución.

Basándonos en muestras del trabajo de los estudiantes recogidas en años anteriores, en la experiencia de la profesora en la materia y en los objetivos generales de la asignatura enunciados en la guía didáctica, se redactaron las descripciones para el resto de los grados de consecución de cada indicador, a partir del óptimo.

5. Validación de la matriz resultante

Se consideraron los tres niveles propuestos por Moskal & Leydens (2000). La matriz de valoración fue sometida al examen de expertos en comunicación, didáctica y evaluación utilizando como base para este examen las cuestiones propuestas por Moskal & Leydens (2000). Tras las oportunas modificaciones se sometió de nuevo examen por el mismo grupo de expertos obteniéndose resultados satisfactorios. Posteriormente se comprobó la fiabilidad,

“Two independent raters should be able to acquire consistent scores using the categories described in the scoring matrix de valoración. If the categories of the

scoring rubric are written clearly and concisely, then two raters should be able to score the same set of papers and acquire similar results.” (Moskal, 2003)

Se reformularon cuestiones en las que se producían diferencias significativas en la valoración, y se eliminaron otras. La matriz resultante fue sometida de nuevo a un proceso de revisión por parte de expertos tanto del área evaluada, como de áreas relacionadas con el lenguaje y la comunicación. Una vez realizadas correcciones menores, se dio por válida (Anexos 1 y 2).

Formación de los estudiantes y preparación de las exposiciones en grupos colaborativos

Se ofrecieron nociones básicas sobre la técnica de las presentaciones orales y cada grupo ensayó ante la profesora y sus compañeros y compañeras.

Presentaciones orales en el aula

Se expusieron ante la profesora y el resto de compañeros y compañeras las propuestas didácticas, justificando las decisiones tomadas en diferentes aspectos relacionados con la elaboración del trabajo. No sólo se trató de exponer los contenidos, sino también el enfoque preferente, los aspectos funcionales, estéticos, científicos y didácticos. Contaron con los mismos medios tecnológicos de los que habían dispuesto durante el desarrollo del proyecto y las sesiones de preparación.

Evaluación

Durante las presentaciones, con la matriz elaborada como herramienta base, se fueron evaluando los diferentes aspectos en ella señalados. Para la obtención de la calificación a cada categoría o grupo de indicadores se le asignó un porcentaje, con el fin de dar más peso en la calificación final a aquellos aspectos de mayor relevancia, atendiendo a los objetivos de la asignatura (Tabla 1).

Categoría	% calificación final
A: Lenguaje y actitudes (3 criterios)	16,7%
B: Interacción (3 criterios)	16,7%
C: Mensaje y recurso (3 criterios)	16,7%
D: Justificación del contenido (2 criterios)	25,0%
E: Justificación de otros aspectos: funcionales, estéticos, científicos y didácticos relacionados con el trabajo (1 criterio)	25,0%

Tabla 1

CONCLUSIONES

Se considera cumplido el objetivo de suscitar en los docentes la necesaria reflexión sobre la competencia a evaluar y los factores que inciden en su adquisición. Tanto en el diseño de la matriz de valoración, como en el resto del proceso, estimamos que fue de gran importancia la colaboración entre los docentes-investigadores. Esta colaboración fue especialmente crucial en la fase preparatoria, en la que se diseñaron las estrategias y herramientas de evaluación. A través de la aportación de cada uno de los miembros del equipo investigador de ideas y visiones diferentes y complementarias, se consiguió un diseño que ha resultado ser adecuado a los objetivos que se perseguían.

La rúbrica diseñada y validada se presenta como un instrumento útil para la evaluación de las presentaciones orales de los proyectos de los profesores en formación inicial en el

marco del EEES. El proceso de diseño y validación de la matriz de valoración fue costoso pero se ha obtenido un recurso útil que permite obtener resultados objetivos, basados en criterios relevantes y que sirve de guía a docentes y estudiantes.

Se ha encontrado muy positivo el incidir en que el alumnado ensayara en grupo sus exposiciones antes de realizar la presentación definitiva. No sólo mejoraron la coordinación con el grupo, sino que permitieron observar al resto de los componentes en su “actuación” aportándoles información útil para optimizar sus intervenciones.

Utilizar para la presentación la pizarra digital junto con el entorno BSCW supuso algunas ventajas. Permitted mostrar contenidos dinámicos e interactuar con ellos de manera más sencilla y directa que con una presentación en Power Point. Además hizo posible mostrar los contenidos reales de la propuesta y otros alojados en el espacio de trabajo del grupo. Utilizar estos recursos adecuadamente no es una tarea trivial y para la mayoría de los estudiantes supone una novedad.

Las presentaciones orales estarán presentes con mucha frecuencia en la práctica docente de los actuales profesores en formación. De su calidad dependerá en gran medida el éxito del alumnado que, en definitiva, es el éxito del docente. Vemos como en la calidad de una presentación oral, aunque no cabe duda que influyen habilidades generales, tienen mucha importancia las habilidades específicas: tarea, metodología y recursos (TIC). Además, tan importante como el contenido del mensaje a transmitir, es la forma en la que se transmite. El dominio del lenguaje no verbal (gestos, expresiones faciales, posición corporal...), así como los mecanismos de interacción con los oyentes (cambios en la focalización y dirección de la mirada, preguntas, estrategias para mantener la atención...) son claves en la puesta en escena de una presentación oral y aspectos en los que se deberá incidir en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Bolívar, A. (2008). El discurso de las competencias en España: educación básica y educación superior. *Revista de Docencia Universitaria*, 6 (2) . Último acceso el 22 de mayo de 2012, desde <http://redaberta.usc.es/redu/index.php/REDU/article/view/70/52>.

Cano, E. (2005). *Cómo mejorar las competencias de los docentes. Guía para la autoevaluación y el desarrollo de las competencias del profesorado*. Barcelona: Graó.

Díaz-Barriga, A. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw Hill.

International Society for Technology in Education. (2008). *National Educational Technology Standards for Teachers*. Canada: International Society for Technology in Education.

Mertler, C. A. (2001). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research & Evaluation* , 7 (25). Último acceso el 22 de mayo de 2012, desde <http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=25> .

Moskal, B. M. (2000). Scoring rubrics: what, when and how. *Practical Assessment, Research & Evaluation* , 7 (3). Último acceso el 22 de mayo de 2012, desde <http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=3> .

Moskal, B. M., & Leydens, J. A. (2000). Scoring rubric development: Validity and reliability. *Practical Assessment, Research & Evaluation* , 7 (10). Último acceso el 22 de mayo de 2012, desde <http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=10> .

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*.

King's College London: A Report to the Nuffield Foundation.

Reitmeier, C., & Vrchota, D. (2009). Self-Assessment of Oral Communication Presentations in Food Science and Nutrition. *Journal of Food Science Education*, 8 (4), 88-92.

Rocard, M. (2006). *Informe sobre la enseñanza científica en Europa*. Último acceso el 22 de mayo de 2012, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

Sánchez-González, M. D. (2007). Trabajo cooperativo en red en la formación del futuro profesorado de ciencias. En A. Herrera Marteache, F. J. Serón Arbeloa, & M. V. Sanagustín Fons, *Caminando hacia Europa: Innovación docente, tecnologías de la información y la comunicación e investigación educativa en la Universidad de Zaragoza*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

UNESCO. (2008). *ICT Competency Standards for teachers*. United Kingdom: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

ANEXO 1: CATEGORÍAS A Y B

Título de la propuesta a evaluar						
Grupo colaborativo		Fecha		CALIFICACIÓN FINAL		
Evaluador						
Cat.	Criterios	Muy bien (3)	Bien (2)	Regular (1)	Mal (0)	Score
A	1. Lenguaje claro y claridad en la exposición	Siempre utilizan frases acabadas, precisas, sin ironías, sin incisos largos, con volumen, velocidad, entonación y articulación de los fonemas adecuados. Utilizan marcadores (en primer lugar, a continuación...) y conectores (así como, en consecuencia...).	Generalmente utilizan frases acabadas, precisas, sin ironías, sin incisos largos, con volumen, velocidad, entonación y articulación de los fonemas adecuados. Con frecuencia utilizan marcadores y conectores.	Predominan las frases inacabadas, con imprecisiones. Recurren con frecuencia a la ironía y los incisos largos, dificultando la comprensión. Con frecuencia emplean volumen, velocidad, entonación o articulación de los fonemas de manera inapropiada.	Constantemente utilizan frases inacabadas, imprecisas, con ironías, con incisos largos, con volumen, velocidad, entonación y articulación de los fonemas inadecuados. No utilizan marcadores ni conectores.	
	2. Utilización de elementos no verbales	Utilizan movimientos corporales, posturas, gestos, señales "batuta", y otros elementos no verbales que apoyan el mensaje, con naturalidad.	Con frecuencia utilizan movimientos corporales, posturas, gestos, señales "batuta", y otros elementos no verbales que apoyan el mensaje.	Ocasionalmente utilizan movimientos corporales, posturas, gestos, señales "batuta", y otros elementos no verbales que apoyan el mensaje.	Sus movimientos corporales, posturas, gestos y otros elementos no verbales dificultan la comunicación del mensaje.	
	3. Confianza en su trabajo e interés por compartirlo	En todo momento denotan interés por su trabajo y por compartirlo, seguridad, respeto a los oyentes.	Casi siempre denotan interés por su trabajo y por compartirlo, seguridad, respeto a los oyentes.	En general muestran poco interés por su trabajo y por compartirlo. En ocasiones muestran inseguridad y/o ignoran a los oyentes.	No muestran ningún interés por su trabajo, ni por compartirlo. Se muestran inseguros. Ignoran a los oyentes.	
B	1. Interacción con los oyentes	Siempre utilizan recursos para captar la atención. Mantienen contacto ocular permanente con parte o toda la audiencia. Están atentos a las señales de los oyentes.	Con frecuencia utilizan recursos para captar la atención. Mantienen contacto ocular con parte o toda la audiencia. Están atentos a las señales de los oyentes.	A veces utilizan recursos para captar la atención. Con frecuencia pierden el contacto ocular con la audiencia y leen sus anotaciones. No están atentos a las señales de los oyentes.	No utilizan recursos para captar la atención, no miran a los oyentes y leen sus anotaciones constantemente. No están atentos a las señales de los oyentes.	
	2. Coordinación con el resto del grupo	Se observa una óptima coordinación entre los miembros del grupo. Las transiciones siempre se realizan con fluidez y naturalidad, manteniendo la coherencia del discurso. Todos conocen el papel de todos.	Se observa una óptima coordinación entre la mayoría de miembros del grupo. Las transiciones en general se realizan con fluidez y naturalidad, manteniendo la coherencia del discurso. Todos conocen el papel de todos.	Se observa poca coordinación entre los miembros del grupo. Algunas transiciones se realizan de forma brusca y algunos discursos son inconexos. Algunos desconocen el papel de los demás.	Se observa una nula coordinación entre los miembros del grupo. Las transiciones se realizan de forma brusca, los discursos de cada ponente son inconexos. Todos desconocen el papel de los demás.	
	3. Adaptación a los oyentes	Vocabulario y contenido del mensaje adecuados a los oyentes, evitando explicar cuestiones obvias y priorizando los aspectos más particulares y distintivos de su propuesta.	Vocabulario adecuado a los oyentes, presentan los aspectos más particulares y distintivos de su propuesta, aunque se extienden en cuestiones obvias.	Vocabulario adecuado a los oyentes, pero se extienden en explicar cuestiones obvias y no priorizan los aspectos más particulares y distintivos de su propuesta.	Vocabulario y contenido del mensaje inadecuados a los oyentes. Se extienden en cuestiones obvias sin explicar los aspectos más distintivos de su propuesta.	

ANEXO 2: CATEGORÍAS C, D Y E

C	1. Coherencia del mensaje	Excelente estructuración. Presentación de la información en un orden lógico, estableciendo relaciones y con una secuencia interesante que facilita la comprensión.	Buena estructuración, presentación de la información en un orden lógico. Con frecuencia establecen relaciones entre distintos apartados que facilitan la comprensión.	Al discurso en muchos momentos le falta estructuración, presentando algunas informaciones de forma inconexa.	El discurso en su conjunto carece de estructura, ni orden lógico. Es inconexo. Contiene contradicciones.	
	2. Argumentación	Excelente razonamiento y justificación de todas las decisiones tomadas.	Buen razonamiento y justificación de la mayor parte de las decisiones tomadas.	Buen razonamiento y justificación de algunas de las decisiones tomadas.	No razonan ni justifican las decisiones tomadas o lo hacen deficientemente.	
	3. Utilización de elementos de apoyo (ordenador, proyector...)	Durante toda la exposición dejan ver la proyección, no dan la espalda, muestran las imágenes tiempo suficiente. La utilización de elementos de apoyo tecnológicos es en todo momento adecuada (facilita la comprensión, ayuda a articular la presentación y mantiene el interés de los oyentes).	Durante la mayor parte de la exposición dejan ver la proyección, no dan la espalda, muestran las imágenes tiempo suficiente. La utilización de elementos de apoyo tecnológicos es adecuada la mayor parte del tiempo.	Durante la mayor parte de la exposición tapan la proyección, dan la espalda y/o muestran las imágenes tiempo insuficiente. La utilización de elementos de apoyo tecnológicos no es adecuada en muchos momentos de la exposición.	Constantemente tapan la proyección, dan la espalda y/o muestran las imágenes tiempo insuficiente. Utilizan los elementos de apoyo tecnológicos de forma inadecuada.	
D	1. Justificación de la elección del tema	Justifican la elección del tema argumentando brevemente sobre su relevancia y su relación con el currículo.	Justifican la elección del tema mostrando su relación con el currículo, pero argumentan de manera insuficiente su relevancia.	Los argumentos que exponen en su justificación son insuficientes o inapropiados.	No justifican la elección del tema.	
	2. Selección de ejemplos que muestran del proyecto	La muestra del trabajo seleccionada para la exposición es representativa de todo el trabajo, está bien secuenciada y ayuda a hacerse una idea general de la propuesta.	La muestra del trabajo seleccionada para la exposición es representativa de la mayor parte del trabajo y está bien secuenciada. Ayuda a hacerse una idea de la mayor parte de la propuesta.	La muestra del trabajo seleccionada para la exposición es excesiva o insuficiente y/o no está bien secuenciada.	La muestra del trabajo seleccionada para la exposición es irrelevante, está desorganizada y dificulta el hacerse una idea general de la propuesta.	
E	1 Justificación de aspectos relacionados con el trabajo: funcionales, estéticos, científicos y didácticos	Apoyan con argumentos válidos el conjunto del diseño de su propuesta atendiendo a todos los aspectos (funcionales, estéticos, científicos y didácticos, incluyendo en estos últimos las adaptaciones del tema según las orientaciones: vida cotidiana, aspectos medioambientales, temas CTS, refuerzos para el aprendizaje, trabajos prácticos o experiencias).	Apoyan con argumentos válidos la mayor parte de los apartados de su propuesta atendiendo a aspectos funcionales, estéticos, científicos y didácticos, incluyendo en estos últimos las adaptaciones del tema según las orientaciones: vida cotidiana, aspectos medioambientales, temas CTS, refuerzos para el aprendizaje, trabajos prácticos o experiencias.	Apoyan con argumentos válidos algunos de los apartados de su propuesta, olvidando alguno de los aspectos y/o adaptaciones.	No apoyan con argumentos válidos el diseño de su propuesta, ni hacen referencia a las adaptaciones del tema según las orientaciones: vida cotidiana, aspectos medioambientales, temas CTS, refuerzos para el aprendizaje, trabajos prácticos o experiencias	
OBSERVACIONES:						

Pósteres

Delimitación y definición del contexto Medio Ambiente y Sostenibilidad para el diseño de un modelo de competencia científicaⁱ

Acebal, M. del C.; Brero, V.

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias sociales y de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga. Correo: mcacebal@uma.es.

RESUMEN

En el marco del Proyecto de Investigación “Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la Educación Secundaria Obligatoria (10 a 16 años)” cuyo primer objetivo general se refiere al diseño de un modelo de competencia científica, que incluye su definición, el desarrollo de los contextos escogidos, la ejemplificación del modelo y su validación teórica. Se han considerado inicialmente contextos relevantes para la vida de los estudiantes de las edades incluidas en el proyecto, entre ellos el contexto “Medio Ambiente y Sostenibilidad”. En este documento se delimita y define este contexto; conocimientos científicos, habilidades, actitudes y valores que consideramos debe tener un ciudadano bien formado; y se identifican algunas dimensiones del contexto en los que habría que hacer hincapié teniendo en cuenta su relevancia y carencias diagnosticadas en estas edades.

Palabras clave

Competencia científica – Contextos – Medio Ambiente y Sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

Los contextos forman parte importante de los modelos de competencia científica, como el de PISA (OCDE, 2006). Por ello, un aspecto importante en la delimitación del modelo es el concepto de contexto que se utilice (Gilbert, 2006) y la identificación de aquellos contextos de la vida que se consideren relevantes para la adquisición y aplicación de la competencia científica por parte de los estudiantes. Este trabajo parte de la inclusión del “Medio Ambiente y la Sostenibilidad”, como uno de los contextos significativos para el impulso de la competencia científica en la Educación Secundaria Obligatoria y pretende por lo tanto definir y delimitar este contexto. Se expone en primer lugar, una síntesis de la relación del hombre con el medio ambiente, de forma evolutiva, que facilita la visión de la problemática ambiental actual con la intención de reorientar esta interrelación. Presentamos algunos resultados de estudios que investigan acerca de las opiniones de los ciudadanos sobre diferentes problemáticas ambientales, así como las variaciones temporales de estas ideas. En este primer apartado, se concretan los problemas ambientales que definen el contexto, a partir del análisis comparativo de los estudios antes mencionados. En segundo lugar, se identifican los conocimientos, habilidades, actitudes y valores, como componentes necesarios de la

formación ciudadana, reconocidos en diferentes dimensiones de conciencia ambiental. Finalmente se otorga especial atención a las carencias y aspectos donde habría que hacer hincapié para conseguir el desarrollo de la competencia científica, con referencia al contexto objeto de este trabajo.

RELACIÓN DEL HOMBRE CON EL MEDIO AMBIENTE

La relación del hombre con el medio ambiente ha sufrido una evolución que permite comprender con claridad tanto la nueva dimensión de la problemática ambiental como los enfoques necesarios para reorientar nuestra relación con él.

1) Evolución – Algunas definiciones

Esta evolución del pensamiento humano está ligada al desarrollo científico y supone la transición de una concepción del mundo desde el antropocentrismo al biocentrismo (Novo, M., 1995)

La constatación de que el agravamiento de los problemas ambientales se produce como consecuencia del desarrollismo en sus diferentes facetas (industrial, demográfico, económico, social,...) es una evidencia aceptada desde mediados del siglo XX. Desde entonces aumentan las opiniones de expertos que advierten de la necesidad de compaginar el desarrollo con los criterios ecológicos, armonizando la actividad humana con las exigencias ambientales.

La idea de desarrollo, entendido como forma de armonizar la actividad económica con las exigencias ambientales, ha pasado por varias denominaciones: ecodesarrollo, nuevo desarrollo; hasta culminar en la más actual de *desarrollo sostenible*, que posibilita integrar las políticas del medio ambiente y las estrategias de desarrollo.

“Desarrollo sostenible se entiende como aquel que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (Brundtland, 1992), tal como se recoge en el informe aprobado en la Cumbre de la Tierra de Rio de Janeiro.

Sostenibilidad, es un concepto en construcción alrededor de la búsqueda compleja de la satisfacción de las necesidades humanas en un equilibrio ecológico. Quizás más valioso que disponer de una definición concisa es que podemos entender la sostenibilidad como una noción utópica que marca una dirección sobre la que construir, tan necesaria como las ideas de democracia y justicia especialmente en nuestros días. (Jabarenn, 2006)

Más allá de la aceptación de las definiciones y de los planteamientos del modelo de sostenibilidad, existe un cierto acuerdo alrededor de la gravedad de los conflictos ambientales en el planeta y de sus repercusiones sobre las generaciones futuras. Los impactos de los conflictos a los que debe hacer frente la búsqueda de la sostenibilidad, como en el pasado, incorporan y afectan varias dimensiones: económicas, sociales, culturales, medioambientales, institucionales

2) Estudios socio-ambientales

Existen actualmente numerosos estudios que indagan en las ideas que los ciudadanos tienen sobre las problemáticas ambientales y las medidas para solucionarlas así como acerca de la sostenibilidad.

Diez Nicolás (2004) en su informe “Los españoles ante el medio ambiente”, afirma que “la mitad de los españoles relacionan el concepto de medio ambiente con la naturaleza en general, mientras que la otra mitad concibe el medio ambiente en términos más específicos que tienen que ver con problemas concretos del entorno social, del medio

ambiente creado o modificado por el ser humano”. Los problemas medio-ambientales considerados como los más importantes para España son la contaminación atmosférica y los incendios forestales. Mientras que, los problemas más importantes para el Mundo son la contaminación atmosférica, la peligrosidad de los rayos del sol por deterioro de la capa de ozono, y las centrales nucleares. Según estos datos, los españoles parecen discriminar bien qué problemas medio-ambientales son más propios del lugar próximo en que viven de aquellos que son más generales y afectan a territorios más amplios.

En cuanto a la percepción de los problemas ambientales más importantes a nivel andaluz (Ecobarómetro de Andalucía, 2008), algunos problemas ambientales preocupan más a personas con unas características personales o sociodemográficas determinadas. Por ejemplo, aunque los incendios forestales sea el problema ambiental más citado en todos los grupos de edad, el porcentaje de menciones alcanza el 58,2% entre quienes tiene más de 60 años, y la preocupación por este tema disminuye según aumenta el nivel educativo de los encuestados (del 55,5% entre quienes no tienen estudios primarios al 38,2% de los graduados universitarios). Una tendencia similar se observa entre quienes se preocupan por la escasez de agua, que son en mayor medida personas de más de 60 años (44,3%), sin estudios formales (45,2%).

Los indicadores que miden la percepción de los andaluces sobre la gravedad de los problemas ambientales, se completa con la valoración de los problemas que consideran que afectan en mayor medida al medio ambiente a nivel global. El cambio climático es el principal problema ambiental del planeta para más de la mitad de los andaluces: un 54,8% lo cita como el primer o segundo problema, teniendo en cuenta que un 36,4% lo menciona como el problema más importante. La destrucción de la capa de ozono aparece como el segundo problema a nivel global citado por un 47% de los encuestados. Con un porcentaje menor de menciones, los encuestados señalan el agotamiento de los recursos naturales (34,5%). Entre los problemas ambientales menos citados se encuentran la desaparición de especies (15,3%), la contaminación de los océanos (13,4%), el crecimiento de la población (10,5%) y el avance de la erosión y la desertificación (7,4%).

La preocupación por el cambio climático varía según la edad, el nivel educativo y la preocupación declarada por los encuestados hacia las cuestiones ambientales. Entre los más jóvenes es más frecuente señalar el cambio climático; de hecho este problema es citado por un 60,9% de los menores de 30 años y por un 61,1% de quienes tienen edades comprendidas entre los 30 y los 45 años, mientras que el porcentaje disminuye a un 45% entre los mayores de 60 años. Al aumentar el nivel educativo aumenta también el porcentaje de menciones relativas a este problema desde un 45,7% entre quienes no tienen estudios primarios a un 63,2% entre quienes tienen un título universitario. El nivel educativo es la variable más importante en las diferencias entre los encuestados a la hora de conceder más importancia a determinados problemas ambientales a nivel global. Por ejemplo, los encuestados con mayor nivel educativo se muestran más preocupados por el agotamiento de los recursos naturales (un 45,1% lo cita como el primer o segundo problema), mientras que mencionan con menor frecuencia que el resto de encuestados el problema de la destrucción de la capa de ozono (38,6%).

El Ecobarómetro de Andalucía(2011) nos informa sobre cambios en las percepciones de los ciudadanos, “La crisis económica centra la atención de los andaluces mientras que el resto de los problemas, incluidos los ambientales, quedan relegados a un segundo plano”. “Como viene siendo habitual en todos los barómetros generales de opinión pública, dada la actual crisis económica, los temas como el desempleo, la precariedad laboral o los impuestos centran la atención de la inmensa mayoría de los encuestados.

Las cuestiones ambientales identificadas como problemas de Andalucía suman el 4,2% de las respuestas, siendo el dato más bajo registrado desde que comenzase la serie histórica del EBA, y hacen referencia sobre todo a la suciedad de las ciudades y a la contaminación atmosférica”.

“Para la mayoría de los andaluces la situación ambiental del planeta es bastante grave, pero valoran de forma positiva el medio ambiente en sus localidades y en Andalucía”. La valoración de la situación del medio ambiente por parte de los encuestados varía según el ámbito territorial que se tome como referencia, lo que permite comprobar que los andaluces identifican la degradación ambiental con la situación del planeta y no tanto con la situación de los entornos más cercanos. De hecho, los andaluces tienen una opinión en general positiva sobre la situación del medio ambiente de sus localidades de residencia y del contexto de Andalucía.

Por el contrario, en la valoración del medio ambiente a nivel global predominan las respuestas negativas y tres de cada cuatro encuestados consideran que la situación del planeta es mala o muy mala. “La suciedad de las calles y el ruido son las cuestiones que más afectan al medio ambiente de las localidades andaluzas según sus residentes”. Las cuestiones valoradas en el ámbito local son aquellas que afectan a la calidad de vida de sus ciudadanos, y los encuestados señalan como las más importantes la suciedad de las calles y la contaminación acústica, especialmente en los grandes núcleos urbanos. La percepción de la gravedad de otros problemas ambientales, como la contaminación del aire y los residuos también se acentúa a medida que aumenta el tamaño de los municipios. Por el contrario, la importancia dada a todas cuestiones locales propuestas es menor en las pequeñas poblaciones, hasta el punto de que uno de cada cuatro encuestados en este tipo de localidades declara que su municipio no se encuentra afectado por ningún problema ambiental.

Finalmente podemos observar que la visión de los principales problemas ambientales a nivel global se mantiene acorde a los resultados obtenidos 4 años antes.

3) Problemas ambientales

Del análisis comparativo de los datos de los tres estudios citados se puede afirmar que los principales problemas ambientales percibidos por los españoles que identifican los contextos ambientales, son, a nivel global o mundial o entendidos como problemas mundiales, por orden de importancia: el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, el agotamiento de recursos naturales, la contaminación de los océanos, la pérdida de la biodiversidad y el avance de la erosión y desertización. Y, a nivel local, suciedad de espacios públicos, ruido, basuras y residuos sólidos urbanos, falta de espacios verdes, calidad del agua del grifo, deterioro del paisaje y contaminación del aire.

CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, ACTITUDES, VALORES, COMO COMPONENTES DE LA FORMACIÓN CIUDADANA

Kohlberg y Candee (1992) defienden que educar éticamente a la gente para una ciudadanía democrática requiere hacer ciertas opciones de valor. Postulan que el desarrollo del razonamiento moral es promovido en la interacción del sujeto con su medio y es paralelo al desarrollo cognitivo, no se limita a interiorizar las normas sociales, sino que construye nuevas estructuras a partir de su interacción con el medio.

Según Nuévalos (1996), las ecofilosofías fundamentan qué debemos hacer los humanos respecto a la naturaleza y por qué. Por tanto la ética ecológica se refiere a un saber práctico sobre las relaciones del hombre con la naturaleza.

El término de Conciencia Ambiental, es definido por Alea (2006) como: “el sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que el individuo utiliza activamente en su relación con el medio ambiente”. Conocimientos, percepciones, conductas y actitudes son dimensiones que, en conjunto, conforman el concepto de conciencia.

Corraliza, Martín, Moreno y Berenguer (2004), distinguen cuatro dimensiones para la Conciencia Ambiental que nos permiten una mejor interpretación del concepto: dimensión cognitiva, dimensión afectiva, dimensión conativa y dimensión activa.

Dimensión cognitiva es el conjunto de ideas que ponen de manifiesto el grado de información y conocimiento sobre cuestiones relacionadas con el medio ambiente, considerado éste no sólo como “tema” sino además como una realidad cotidiana y vital conducente a descubrir el propio medio de vida mediante la exploración temporal y espacial; el aquí y el ahora de las realidades cotidianas de manera apreciativa y crítica que identifican al individuo en su grupo social con su herencia cultural y ambiental.

La dimensión afectiva se refiere al conjunto de aquellas emociones que evidencian creencias y sentimientos en la temática medioambiental. Desde esta dimensión, la consideración hacia el medio ambiente no es solamente un conjunto de problemas a resolver sino que es también un medio de vida con respecto al cual se puede desarrollar un sentido de pertenencia y concebir proyectos.

La dimensión conativa engloba las actitudes que predisponen a adoptar conductas criteriosas e interés a participar en actividades y aportar mejoras para problemáticas medioambientales. Más allá de los comportamientos inducidos por la moral social, se incluyen las actuaciones que se corresponden a conductas deliberadas y éticamente fundamentadas. Como el ejercicio en la resolución de problemas reales y en el desarrollo de proyectos ambientales, forjando competencias que refuercen el sentimiento de “poder hacer algo”, asociando la reflexión y la acción. Podríamos también llamarlo faceta volitiva o conductas morales.

Por último, la dimensión activa: aquellas conductas que llevan a la realización de prácticas y comportamientos ambientalmente responsables, tanto individuales como colectivos, incluso en situaciones comprometidas o de presión. Un estilo de conductas éticas y responsables basadas en la conciencia crítica y lúcida, que vincule “el ser con el actuar”, tanto a nivel individual como colectivo. Aprender a vivir y a trabajar juntos, en colaboración, discutir, escuchar, negociar, convencer para alcanzar una mejor comprensión e intervención ambiental más eficaz. Aptitudes de autocontrol y fortaleza moral. (Sauvé, 2003).

CARENCIAS Y ASPECTOS DONDE HACER HINCAPIÉ

En ocasiones surgen dudas acerca de la efectividad que pueden tener los comportamientos individuales, los pequeños cambios en nuestras costumbres, en nuestros estilos de vida, que la educación puede favorecer: Los problemas de agotamiento de los recursos energéticos y de degradación del medio, se afirma, por ejemplo, son debidos, fundamentalmente, a las grandes industrias; lo que cada uno de nosotros puede hacer al respecto es, comparativamente, insignificante.

Pero resulta fácil mostrar (bastan cálculos muy sencillos) que si bien esos “pequeños cambios” suponen, en verdad, un ahorro energético per cápita muy pequeño, al multiplicarlo por los muchos millones de personas que en el mundo pueden realizar dicho ahorro, éste llega a representar cantidades ingentes de energía, con su consiguiente reducción de la contaminación ambiental (Furió et al., 2005).

Se precisa, así, un esfuerzo sistemático por incorporar la educación para la sostenibilidad, como una prioridad central en la alfabetización básica de todas las personas, es decir, como un objetivo clave en la formación de los futuros ciudadanos y ciudadanas (Novo, 2006a).

Un esfuerzo de actuación que debe tener en cuenta que cualquier intento de hacer frente a los problemas de nuestra supervivencia como especie ha de contemplar el conjunto de problemas y desafíos que conforman la situación de emergencia planetaria (Vilches y Gil, 2003 y 2009).

Ése es precisamente uno de los retos fundamentales que se nos presentan, el carácter sistémico de problemas y soluciones: la estrecha vinculación de los problemas, que se refuerzan mutuamente y han adquirido un carácter global, exige un tratamiento igualmente global de las soluciones. Dicho con otras palabras: ninguna acción aislada puede ser efectiva, precisamos un entramado de medidas que se apoyen mutuamente.

Se requieren acciones educativas que transformen nuestras concepciones, nuestros hábitos, nuestras perspectivas... que nos orienten en las acciones a llevar a cabo, en las formas de participación social, en las políticas medioambientales para avanzar hacia una mayor eficiencia, hacia una sociedad sostenible... acciones fundamentadas, lo que requiere estudios científicos que nos permitan lograr una correcta comprensión de la situación y concebir medidas adecuadas como las que nos convocan en este trabajo de investigación. Según investigaciones realizadas con alumnos y alumnas que cursaban estudios de la ESO a Bachillerato (Acebal, Brero, 2005; Acebal, Brero, Prieto, 2006); se detectan lo que se denominan indicadores “aquellos fragmentos de respuestas u opiniones que nos ponen en alerta sobre el pensamiento y las actitudes del alumnado, Así como sobre los resultados de su aprendizaje, ya que nos muestran que los resultados esperados desde las distintas propuestas de educación ambiental divergen de los alcanzados efectivamente. Algunas conclusiones de los estudios:

Es esperable una relación estrecha y directa entre conocimientos y actitudes ambientales, sin embargo ésta es muy difícil de establecer. Por otra parte, es fácilmente comprobable el hecho de que los jóvenes no están dispuestos a realizar sacrificios personales en su vida cotidiana para resolver problemas ambientales. La adquisición de valores ambientales compite con la presión consumista que pesa sobre los adolescentes. Se esperaba un pensamiento más cercano a problemas del entorno próximo o local y no sólo con relación a grandes problemas globales. Queda la sensación de que las respuestas a cuestiones ambientales son intentos desde el conocimiento cotidiano de hacerse cargo de algo que sentimos que les corresponde pero que aún no comprenden. Es muy pobre la comprensión y toma de conciencia sobre las repercusiones que nuestra forma de vida tiene en el ambiente. No parece relevante la intervención personal, no se demuestra creer en la importancia de cada uno en la producción de cambio. No se relaciona la conservación del medio ambiente como algo paralelo al desarrollo, se ven como obstaculizadores mutuos.

A modo de concreción se consideran las carencias en relación a los aspectos donde habría que centrar los esfuerzos educativos, discriminadas por dimensiones:

DIMENSIÓN	CARENCIAS	DÓNDE HACER HINCAPIÉ
DIMENSIÓN COGNITIVA	Conocimiento científico adecuado a causas, efectos, prevención y solución de los problemas ambientales	¿Qué, cómo y para qué reciclar? ¿Qué tipo de energía consumo y qué puedo hacer para mejorar la situación individual y colectiva local y también global? ¿En qué cuestiones debo sentirme involucrado y cómo hacer para participar activamente? ¿Qué información necesito y cuál es la mejor fuente para explicarme determinado problema...
DIMENSIÓN CONATIVA	Disposición a actuar ambientalmente. Disposición a la búsqueda de información ambiental	Identificación de acciones, espacios y/o colectivos de participación
DIMENSIÓN ACTIVA O CONDUCTUAL	Conductas habituales propias de comportamientos ambientalmente positivos.	Identificación de actos cotidianos que repercuten ambientalmente. Práctica de actuaciones concretas y reconocimiento de su importancia. Hábitos de consumo responsable
DIMENSIÓN AFECTIVA	Sensibilidad ambiental. Capacidad de valorar problemáticas. Adhesión a valores pro ambientales. Afinidad con diferentes medidas para proteger al medio ambiente.	Identificación de situaciones ambientalmente preocupantes... casos... Reconocimiento, valoración y adhesión a medidas para proteger el ambiente

Tabla 1. Carencias y aspectos dónde hacer hincapié por dimensiones.

BIBLIOGRAFÍA

- Acebal, M. del C., Brero, V. y Prieto, T. (2006). Cuando los jóvenes opinan sobre Educación Ambiental. *Alambique*, 47, 95-101.
- Acebal, M. del C. y Brero, V. (2005). Acerca de la Conciencia Ambiental de los Futuros Formadores. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso.
- Alea, A. (2006). Diagnóstico y potenciación de la Educación Ambiental en jóvenes universitarios. *Odiseo, Revista electrónica de Pedagogía*, 3(6), 1-29.
- Corraliza, J. A., Martín, R., Moreno, M. y Berenguer, J. (2004). El estudio de la Conciencia Ambiental. Monográficos de EcoBarómetro. Madrid: Publicaciones Revista Medio Ambiente.
- Díez Nicolás, J. (2004). *El dilema de la supervivencia. Los españoles ante el medio ambiente*. Madrid: Obra Social Caja Madrid.
- EcoBarómetro (2008). Último acceso el 25 de mayo de 2012, desde http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Educacion_Y_Participacion_Ambiental/Sensibilizacion/EcoBarometro/ECOBAROMETRO%20DE%20ANDALUCIA%202008.pdf

Ecobarómetro (2011). Último acceso el 25 de mayo de 2012, desde http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/educacion_y_voluntariado_ambiental/Sensibilizacion/Ecobarometro/ecobarometro_2011.pdf.

Furió, C., Carrascosa, J., Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2005). ¿Qué problemas plantean la obtención y el consumo de recursos energéticos? En: Gil-Pérez et al. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: UNESCO.

Gilbert, J. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.

Informe Brundtland: Nuestro Futuro Común (1987). *En Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra), 1992*. Oxford: Oxford University Press.

Jabarenn, Y. (2006). A new conceptual framework for sustainable development, Environment, Development and Sustainability. Último acceso el 25 de mayo de 2012, desde <http://www.springerlink.com/content/v53615166x446wnh/fulltext.pdf>.

Kohlberg, L. y Candee, D. (1992). “La relación del juicio moral con la acción moral”, *Psicología del desarrollo moral*. Bilbao: DDB.

Novo, M. (1995). *La Educación Ambiental. Bases éticas conceptuales y metodología*. Madrid: Editorial Universitas.

Novo, M. (2006a). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO-Pearson.

Nuévalos Ruiz, C. (1996). *Desarrollo moral y valores ambientales. Tesis doctoral*, Universidad de Valencia, España.

OCDE. (2006): PISA 2006. *Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana.

ⁱ Esta comunicación forma parte del proyecto de I+D+i «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)» (EDU2009-07173), financiado por la Secretaría de Estado de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria de 2009, y del Proyecto de Innovación Educativa (PIE2010-144) «Diseño y utilización de recursos de evaluación de competencias en asignaturas del Máster Universitario de Profesorado impartidas por el Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales» financiado por la Universidad de Málaga en la convocatoria 2010-2012.

Autoevaluación de competencias en asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Máster en Profesorado de Secundaria¹

ACEBAL, M. DEL C.; BRERO, V.; ESPAÑA, E.

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias sociales y de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga.

Correo: mcacebal@uma.es

RESUMEN

Este trabajo forma parte del Proyecto de Innovación Educativa Diseño y utilización de recursos de evaluación de competencias en asignaturas del Máster en profesorado de secundaria impartidas por el Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Málaga (UMA), cuya finalidad es potenciar las capacidades de autoevaluación y de regulación del aprendizaje de los estudiantes del Máster de las especialidades de ciencias. El trabajo que presentamos se centra en algunos datos y conclusiones que consideramos más relevantes como resultado del análisis del cuestionario inicial realizado por los estudiantes con relación a las tres competencias seleccionadas: organizar y diseñar de situaciones de aprendizaje, trabajar en equipo y utilizar las nuevas tecnologías.

Palabras clave

Autoevaluación. Competencias. Máster Universitario de Profesorado.

INTRODUCCIÓN

En el actual plan de estudios del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas en la Universidad de Málaga, común para todas las universidades públicas andaluzas, se contemplan 14 especialidades entre las que se encuentran las del ámbito científico-tecnológico:

- Biología y Geología
- Física y Química
- Tecnología, Informática y Procesos Industriales
- Procesos Sanitarios

Estas especialidades del MUP están relacionadas con un buen número de especialidades de profesorado de educación secundaria y bachillerato (Biología y Geología, Física y Química, Tecnología e Informática) y de formación profesional (Tecnología, Procesos Industriales y Procesos Sanitarios).

Dentro de estas especialidades, y cómo parte de su programa formativo, se incluyen asignaturas de área o específicas de la especialidad cuya docencia se ha adscrito al Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, y que son en las que se centra este proyecto:

- Innovación docente e iniciación a la investigación educativa.

- El currículum de (especialidad) en la ESO y el Bachillerato/Formación Profesional.
- Diseño y desarrollo de programaciones y actividades formativas en la especialidad
- Prácticas externas en la especialidad.

En la formación inicial de los futuros docentes es imprescindible trabajar la adquisición de competencias, puesto que estas se han configurado en el actual sistema educativo como un referente para las decisiones sobre el desarrollo del currículo, la enseñanza, la evaluación, la promoción y las medidas de atención a la diversidad de alumnado. También deben ser, por tanto, un referente en la formación del profesorado.

Las competencias objeto de atención en este proyecto de innovación son algunas de las que Perrenoud (2004) considera necesarias para un docente:

- Organización y diseño de situaciones de aprendizaje.
- Trabajo en equipo.
- Utilización de las nuevas tecnologías.

Se pretende contrastar los resultados de la evaluación realizada por los profesores al alumnado de las diferentes asignaturas en la adquisición de dichas competencias, con los de la autoevaluación que el propio alumnado realiza sobre el desarrollo personal que estiman haber alcanzado de esas competencias.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. JUSTIFICACIÓN

La implantación de los planes de estudio de las nuevas titulaciones en el ámbito del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) va a suponer un cambio importante en los métodos tradicionales de enseñanza y aprendizaje. Entre los aspectos más significativos, sujetos a este cambio, destacan el desarrollo de competencias y el papel de la evaluación en el proceso educativo. (Blanco-Fernández, 2010; Zabalza, 2003).

Se parte en este proyecto de innovación del supuesto, ya contrastado en muchos trabajos e investigaciones, de que las actividades de formación del profesorado deben plantear tareas y situaciones de aprendizaje lo más parecida posible a las que el profesorado va a tener que realizar como parte de sus tareas docentes (Carrascosa, Martínez, Furió y Guisasola, 2008). Así pues, se espera que los estudiantes de profesorado que durante el máster hayan trabajado en varias asignaturas determinadas competencias y hayan reflexionado sobre ellas, estarán en mejor posición para trabajarlas con sus futuros alumnos.

Perrenoud (2004) habla de 10 nuevas competencias o familias de competencias, propuesta a partir del referencial de Ginebra en 1996, considerando que son prioritarias a partir de su coherencia con el nuevo papel que se demanda a los profesores, la evolución de la formación continua y las reformas educativas que se están implementando en diversos países.

Partiendo del concepto de competencia que maneja el autor como una capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones, establece varios aspectos o consideraciones, uno de los cuales es pertinente subrayar: Las competencias profesionales se crean, en formación, pero también a expensas de la navegación cotidiana del practicante, de una situación de trabajo a otra. Así, las 10 familias de competencias propuestas son:

- Organizar y animar situaciones de aprendizaje
- Gestionar la progresión de los aprendizajes
- Elaborar y hacer evolucionar dispositivos de diferenciación
- Implicar a los alumnos en sus aprendizajes y en su trabajo
- Trabajar en equipo
- Participar en la gestión de la escuela

- Informar e implicar a los padres
- Utilizar las nuevas tecnologías
- Afrontar los deberes y los dilemas éticos de la profesión
- Organizar la propia formación continua
- De este conjunto de competencias, se han considerado especialmente adecuadas, para ser trabajadas y desarrolladas en las asignaturas del proyecto las siguientes:
- Organización y diseño de situaciones de aprendizaje
- Trabajo en equipo
- Utilización de las nuevas tecnologías

Aunque se trata, sin duda, de competencias que deben poseer cualquier profesor/a, no es menos cierto que su adquisición y desarrollo vienen, sobre todo en los casos del profesorado de educación secundaria, bachillerato y formación profesional (profesorado de áreas y/ o materias específicas) determinadas por las materias y o asignaturas que tienen que enseñar. Es decir, el desarrollo de estas competencias va a estar muy relacionado con el conocimiento didáctico del contenido que posea el profesorado (Shulman, 1986 y 1993) y, por ello, su enseñanza y aprendizaje adquiere especial relevancia en las materias específicas del MUP.

Además, algunas de las competencias recogidas en el plan de estudios del MUP de la UMA están incluidas en las tres competencias seleccionadas de Perrenoud:

- Planificar, desarrollar y evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje potenciando procesos educativos que faciliten la adquisición de las competencias propias de las respectivas enseñanzas, atendiendo al nivel y formación previa de los estudiantes así como la orientación de los mismos, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro (Competencia general)
- Integrar la formación en comunicación audiovisual y multimedia en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Competencia recogida en la materia “Aprendizaje y enseñanza de las materias de la especialidad”).
- ... Desarrollar y aplicar metodologías didácticas tanto grupales como personalizadas, adaptadas a la diversidad de los estudiantes (Competencia general).
- Conocer estrategias y técnicas de evaluación y entender la evaluación como un instrumento de regulación y estímulo al esfuerzo (Competencia recogida en la materia “Aprendizaje y enseñanza de las materias de la especialidad”).

Como se dijo anteriormente, uno de los aspectos más novedosos y complejos en el EEES es el papel de la evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Brown y Glasner, 2003). A través de la evaluación educativa, además de informar al alumnado sobre sus fortalezas y debilidades para corregir errores y consolidar éxitos, puede desarrollarse en él la conciencia de adquisición de competencias mediante actividades de autoevaluación centradas en la reflexión y en la regulación (Valero y Díaz de Cerio, 2005).

Es importante que los profesores en formación conozcan y utilicen, en su propia formación, técnicas y estrategias de autoevaluación como instrumento de reflexión y regulación de su propio aprendizaje. El desarrollo de estas competencias en el profesorado en formación, redundará, sin duda, en sus competencias para promoverlas, a su vez, en sus estudiantes.

Este proyecto profundiza y desarrolla una línea de trabajo ya iniciada, relacionada con la enseñanza y evaluación de las competencias de los profesores en formación (Arjona, España y Márquez, 2008; Blanco y González, 2008a y b; Rueda, Acebal y Brero, 2010; Sacristán y España, 2010). A su vez el Proyecto se enmarca en el Proyecto de Investigación “Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)” MICINN; Plan Nacional de I+D+I; Ref: EDU2009-0773.

No obstante, este proyecto de innovación aborda aspectos novedosos, no contemplados hasta el momento:

- Su realización en un buen número de asignaturas de varias especialidades del MUP, implicando a un alto número de estudiantes.
- El fomento de la autoevaluación de los estudiantes y su relación con el desarrollo de determinadas competencias importantes para el futuro profesorado de educación secundaria, bachillerato y formación profesional.

Objetivos

En el presente trabajo vamos a presentar únicamente algunos datos y conclusiones que consideramos más relevantes del cuestionario inicial contestado por los estudiantes, aunque el Proyecto de Innovación Educativa se plantea los siguientes objetivos:

- Diseño de orientaciones didácticas y ejemplos de actividades de enseñanza-aprendizaje para desarrollar en las asignaturas del proyecto las competencias seleccionadas.
- Diseño de recursos de evaluación para potenciar la capacidad de autoevaluación y de regulación del aprendizaje de los estudiantes del MUP y conocer sus opiniones sobre las asignaturas que han cursado y sobre el grado de adquisición de algunas competencias.
- Fomento en el alumnado del uso de las tecnologías de la información y del espacio de enseñanza virtual.

Metodología

El cuestionario inicial del proyecto se realizó mediante la plataforma del campus virtual de la UMA, fue contestado por 92 alumnos del Máster en la Universidad de Málaga, de las especialidades del ámbito científico- tecnológico: Biología y Geología; Física y Química; Tecnología, Informática y Procesos Industriales; y Procesos Sanitarios.

El cuestionario utilizado es el siguiente:

PIE. AUTOEVALUACIÓN DE COMPETENCIAS. CUESTIONARIO INICIAL.

Las asignaturas de "Innovación docente e iniciación a la investigación", "El currículum de ... en la ESO y el Bachillerato", "Diseño y desarrollo de programaciones y actividades formativas" correspondientes al Máster forman parte de un Proyecto de Innovación titulado Diseño y utilización de recursos de evaluación de competencias en asignaturas del Máster Universitario de Profesorado impartidas por el Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Este proyecto tiene como finalidad global potenciar las capacidades de autoevaluación y de regulación del aprendizaje de los estudiantes del Máster de las especialidades de Biología y Geología, Física y Química, Procesos Sanitarios y Tecnología, Informática y Procesos Industriales.

Este cuestionario es el primero de varios que deberá cumplimentar todo el alumnado.

TAREAS:

Se trata de que valores cada uno de los aspectos reseñados según:

A) El grado de conocimiento y dominio que consideras tienes de ellos, en la escala:

- 1.- No lo conozco.
- 2.- Lo conozco pero no lo he puesto en práctica.

- 3.- Lo conozco y creo que tengo de él cierto dominio.
- 4.- Lo conozco y creo que lo domino.

B) El grado de importancia que consideras debe tener para un profesor de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y/o Formación Profesional esos aspectos, en términos de:

- 1.- Nada importante.
- 2.- Poco importante.
- 3.- Bastante importante.
- 4.- Fundamental.

Aspectos a valorar:

1. Los aspectos básicos de las asignaturas y sus peculiaridades educativas.
2. Adecuar los aspectos básicos de las asignaturas a las características y niveles del alumnado.
3. Expresar de forma clara y precisa los objetivos de aprendizaje.
4. Promover el desarrollo de competencias básicas mediante la enseñanza de las asignaturas.
5. Tener en cuenta las ideas previas, errores del alumnado y los obstáculos de aprendizaje.
6. Analizar, seleccionar y adaptar materiales y otros recursos didácticos al alumnado.
7. Diseñar actividades de enseñanza y aprendizaje.
8. Capacidad de búsqueda, selección y organización de información relevante.
9. Diseñar actividades y pruebas para evaluar el aprendizaje del alumnado.
10. Concebir la evaluación no solo para calificar al alumnado.
11. Elaborar un proyecto de trabajo en equipo.
12. Participar y/o liderar la dinámica de un grupo de trabajo.
13. Afrontar y analizar conjuntamente situaciones complejas, prácticas y problemas.
14. Hacer frente a crisis o conflictos entre personas y llegar a acuerdos.
15. Valorar el trabajo en grupo frente al trabajo individual.
16. Valorar el potencial de las TICs en la enseñanza.
17. Buscar y analizar información mediante el uso de las TICs.
18. Utilizar programas informáticos para la elaboración y presentación de trabajos.
19. Utilizar las TICs para elaborar recursos educativos.

ANÁLISIS DE DATOS Y ALGUNOS RESULTADOS

Del análisis de las respuestas del alumnado al cuestionario inicial podemos extraer algunos resultados sobre las tres competencias citadas:

A) Sobre el conocimiento y dominio que manifiestan tener:

a) Organización y diseño de situaciones de aprendizaje.

En la mayoría de los aspectos relacionados con esta competencia, el alumnado manifiesta su desconocimiento o tener alguna información pero sin haberla practicado jamás, en porcentajes superiores al 70% para los aspectos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 y 10, superando el 80% para el 9 y 10. Únicamente para el 8 manifiestan en un elevado porcentaje, 75%, su conocimiento y puesta en práctica.

b) Trabajo en equipo.

Para esta competencia, relacionada con el trabajo en dinámica de grupo y la gestión de conflictos, el alumnado manifiesta su conocimiento y puesta en práctica positivamente, en un intervalo entre el 60 – 70%.

c) Utilización de las nuevas tecnologías.

El alumnado conoce y domina de forma diversa los aspectos relacionados con las TICs en la enseñanza. Mientras que el 60-65% manifiesta su conocimiento y dominio en los aspectos 17 y 18, especialmente el uso de programas informáticos para realizar y exponer trabajos, el 60% manifiesta su desconocimiento y falta de dominio del uso educativo y como recurso para la enseñanza de las TICs.

B) Sobre el grado de importancia que consideran deben tener para un profesor:

El grado de importancia que el alumnado concede a las tres competencias consultadas es muy elevado, siendo el valor más bajo el 87% para las opciones más altas de fundamental o muy importante. La media resultante es de 93'5.

a) Organización y diseño de situaciones de aprendizaje.

Todos los aspectos correspondientes a esta competencias se valoran para las opciones más altas, de fundamental o muy importante, por encima del 95%, siendo además en el caso de los aspectos 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 9 la opción fundamental el porcentaje más alto de las dos.

b) Trabajo en equipo.

En esta competencia aparecen los valores más bajos relativamente, para los aspectos 11 y 15, por debajo del 90%.

c) Utilización de las nuevas tecnologías.

Para el uso de las TICs la valoración es alta, siendo el menos valorado el aspecto 18, con el 88%.

CONCLUSIONES

A la primera competencia “Organización y diseño de situaciones de aprendizaje” los estudiantes del máster le conceden una vital importancia aunque reconocen su falta de conocimiento y dominio.

Para la segunda competencia “Trabajo en equipo” se obtienen los valores comparativamente más bajos, tanto para conocimiento y dominio, como para la importancia concedida.

La tercera competencia “Utilización de las nuevas tecnologías” que es muy valorada por el alumnado, sin embargo como recurso educativo las TICs son poco conocidas y dominadas.

En general, de este primer cuestionario podemos concluir que el alumnado concede gran importancia a las tres competencias consultadas, manifestando que el grado de conocimiento y dominio de las mismas, en general es escaso.

BIBLIOGRAFÍA

Arjona, J., España, E. Márquez, A. (2008). Reflexiones sobre las Competencias del Profesorado de Educación Secundaria en el Espacio Europeo de Educación Superior. En Hijano, M. (Coord.). *Las Titulaciones de Educación ante el Espacio Europeo de Educación Superior* (pp. 141-149). Málaga: Ediciones Aljibe.

Blanco, A. González, F. J. (2008a). Evaluación de una experiencia de trabajo cooperativo de Didáctica de las Ciencias en la titulación de Maestro de Educación Primaria. En Hijano, M.

(Coord.). *Las Titulaciones de Educación ante el Espacio Europeo de Educación Superior* (pp. 417-428). Málaga: Ediciones Aljibe.

Blanco, A.; González, F. J. (2008b). El trabajo de los alumnos como eje de la planificación y desarrollo de la asignatura “Ciencias de la naturaleza y su didáctica” del 1º curso de la titulación de Maestro en Educación Primaria. En Hijano, M. (Coord.). *Las experiencias piloto en la Universidad de Málaga* (pp. 47-55). Málaga: Ediciones Aljibe.

Blanco-Fernández, A. (2010). *Desarrollo y evaluación de competencias en la educación superior*. Madrid: Narcea, 2ª Edición.

Brown, S.; Glasner, A. (2003). *Evaluar en la universidad: problemas y nuevos enfoques*. Madrid: Narcea.

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.

Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.

Rueda, J.A.; Acebal, M.C. y Brero, V. (2010). Evaluación de competencias en el desarrollo de la asignatura “Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica de 1º Curso de la Titulación de Maestro en Educación Primaria”. Actas del *I Congreso Internacional sobre Formación Profesional Docente: Nuevas Exigencias y Nuevos Escenarios en la Era de la Información y la Incertidumbre*, (141-152). Málaga: Universidad de Málaga.

Sacristán, R. y España, E. (2010, diciembre). Experiencia de aprendizaje colaborativo mediado y evaluación conjunta de distintas materias de las nuevas titulaciones del máster de profesorado de secundaria y del grado de Bellas Artes en la Universidad de Málaga. Comunicación presentada en las *IV Jornadas de Innovación Educativa y Enseñanza Virtual en la Universidad de Málaga*. Málaga: Universidad de Málaga.

Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.

Shulman, L. (1993). Reviewing the pedagogy of teacher education: the impact of subject-specific conceptions of teaching. En Montero, L. y Vez, (eds.). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado* (pp. 53-69). Santiago de Compostela: Tórculo.

Valero-García, M. y Díaz De Cerio, L. M. (2005). Autoevaluación y co-evaluación: estrategias para facilitar la evaluación continuada. Actas del *I Congreso Español de Informática*. Granada.

Zabalza, M. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Narcea: Madrid.

ⁱ Esta comunicación forma parte del proyecto de I+D+i «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)» (EDU2009-07173), financiado por la Secretaría de Estado de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria de 2009, y del Proyecto de Innovación Educativa (PIE2010-144) «Diseño y utilización de recursos de evaluación de competencias en asignaturas del Máster Universitario de Profesorado impartidas por el Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales» financiado por la Universidad de Málaga en la convocatoria 2010-2012.

Las emociones que experimentan los futuros profesores de Secundaria al impartir contenidos científicos

Borrachero, A.B.; Costillo, E.; Brígido, M.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.
Facultad de Educación (Badajoz) Universidad de Extremadura.*

aborcor@unex.es.

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación EDU2009-12864 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo analizar las emociones que sienten los futuros profesores de Educación Secundaria al impartir contenidos de ciencias. Para ello, contamos con 60 estudiantes del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Extremadura, durante el curso académico 2010/2011, que realizan sus prácticas en los diferentes institutos extremeños. Los resultados muestran, principalmente, que las emociones negativas son mayores en la impartición de contenidos de Física y de Química, y las emociones positivas en la docencia de Biología y Geología.

Palabras clave

Formación del profesorado, Secundaria, Máster de Secundaria, ciencias, emociones.

INTRODUCCIÓN

En educación, hasta hace unos años, no se valoraban suficientemente los conceptos afectivos provocando una clara desconexión entre la dimensión cognitiva y afectiva en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Hoy en día, se es consciente de la importancia que posee el mundo afectivo y emocional para el profesorado y en alumnado en la enseñanza y en el aprendizaje de cualquier materia (Gardner, 1995).

Hargreaves (2003) comenta que las emociones están en el corazón de la enseñanza, y de este modo, para lograr una enseñanza y un aprendizaje eficaz, no hay que valorar solo los aspectos cognitivos, sino también los afectivos. Se hace imprescindible estudiar los factores afectivos y emocionales, tanto en el ejercicio docente como en la formación, pues las creencias y emociones hacia las ciencias, en este caso, podrán influir en las de sus alumnos.

Diversos estudios muestran como los alumnos de Primaria presentan actitudes positivas hacia las ciencias, las cuales van disminuyendo a la vez que aumenta la edad del alumno, especialmente al llegar a Educación Secundaria (Beauchamp & Parkinson, 2008; Murphy & Beggs, 2003; Osborne, Simon & Collins, 2003; Vázquez & Manassero, 2008). Es en este momento, donde se produce el primer contacto con diversos contenidos científicos, creando emociones que son relevantes, pues pueden

llegar a determinar la elección de su futura carrera universitaria (Costillo, Brígido, Bermejo, Conde & Mellado, 2010).

Se pone de manifiesto que un gran número de profesores sienten impotencia ante la diversidad de sus alumnos y los problemas que se enfrentan en el aula, sobre todo en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria. Junto a esta impotencia, aparece frustración cuando los alumnos no pueden captar un concepto, ira ante la mala conducta, decepción por la falta de esfuerzo y ansiedad cuando las competencias no se llegan a adquirir (Sutton, Mudrey-Camino & Knigh, 2009).

La formación del profesorado debería dotarle de un denso bagaje en materia de emociones y, en mayor medida, de competencias emocionales, pues le permitirá afrontar mejor la tarea educativa en toda su complejidad, potenciado el desarrollo profesional del docente y del alumnado a su vez (Bisquerra, 2005).

Los profesores deben reflexionar sobre sus conocimientos, creencias, actitudes y emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y sobre su propio rol como profesores (Díaz-Pinto, González & Mellado, 1999). Esta toma de conciencia les dotará de una mayor capacidad de autorregulación y transformación (Barca, Peralbo, Brenlla & Seijas, 2006).

Nuestro estudio se centra en conocer las emociones que experimentan los futuros profesores de Secundaria, profesores en formación, al impartir diferentes materias científicas: Física, Química, Biología y Geología.

MÉTODO

Para efectuar esta investigación, se ha utilizado una metodología descriptiva por encuesta, pues nos permite recoger información subjetiva de un gran número de sujetos a la vez, siendo una alternativa idónea cuando la observación directa no es posible por circunstancias contextuales (Buendía, 1999).

Con el objeto de recabar la información necesaria para el estudio se ha optado por la utilización de un cuestionario con preguntas cerradas, elaborado a partir de la modificación de otros cuestionarios para estudiantes de Maestro de Caballero, Guerrero & Blanco (2007) y Brígido, Caballero, Conde, Bermejo & Mellado (2009a), incluyendo la clasificación de emociones primarias que realiza Damasio (2005) desglosada en la Tabla 1.

Felicidad	Diversión	Sorpresa	Admiración	Sociales	Gratitud	Amor	Aceptación
	Entusiasmo		Asombro		Orgullo		Afinidad
	Satisfacción				Simpatía		Confianza
	Tranquilidad						
Miedo	Ansiedad	Asco	Aburrimiento	Ira	Hostilidad	Tristeza	Desaliento
	Nerviosismo		Antipatía		Irritabilidad		Desesperación
	Preocupación		Desprecio		Odio		Pesimismo

Tabla 1. Emociones desglosadas según la clasificación de Damasio (2005).

Los cuestionarios fueron pasados a un grupo de 60 estudiantes del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria en el curso académico 2010/2011. Los sujetos

fueron elegidos mediante un muestreo no probabilístico de conveniencia o incidental. Las razones que avalaron esta decisión se basaron en la disponibilidad de tiempo y de casos.

Una vez rellenados los cuestionarios, se procedió a realizar el análisis descriptivo de las variables mediante el paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows. Contamos con una muestra mayoritariamente femenina (el 61%) y relativamente joven (el 59,3% es menor de 26 años). El 69% de la muestra realizó un Bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra los porcentajes obtenidos por emoción despertada al impartir la asignatura de Física. Vemos que las emociones positivas obtienen porcentajes altos, pero también emociones negativas como nerviosismo, desprecio, antipatía e irritabilidad. Destacamos la emoción preocupación que obtiene el mayor porcentaje entre todas las emociones.

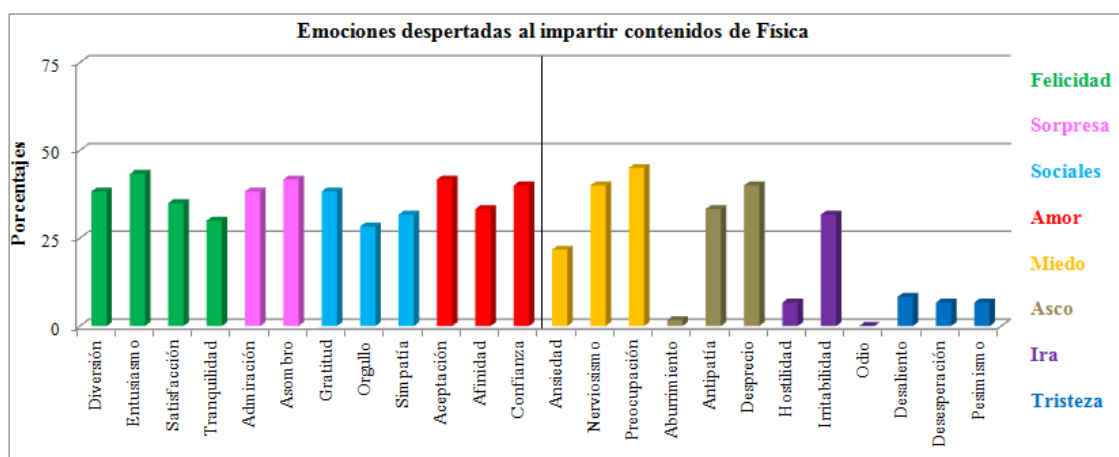


Figura 1. Porcentajes de las emociones despertadas al impartir contenidos de Física

Las emociones despertadas en la impartición de Química obtienen porcentajes muy parecidos a los correspondientes en Física. En la Figura 2 vemos como las emociones positivas obtienen porcentajes más elevados que las negativas donde destacan nerviosismo, antipatía, desprecio y hostilidad. La emoción irritabilidad vuelve a obtener el mayor porcentaje entre todas las emociones.

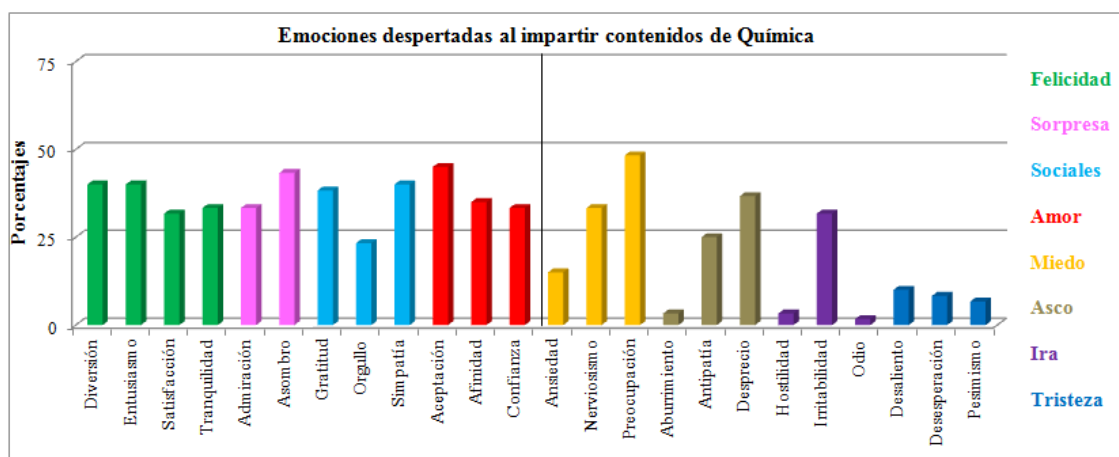


Figura 2. Porcentajes de las emociones despertadas al impartir contenidos de Química

En la Figura 3 vemos los porcentajes alcanzados al impartir contenidos de Biología según la emoción. Encontramos que varias emociones cuentan con una participación mayor a la mitad de la muestra (aceptación, simpatía, entusiasmo, gratitud, confianza, asombro y diversión). A diferencia de éstas, las emociones negativas obtienen porcentajes muy bajos, sobresaliendo del resto irritabilidad, preocupación, nerviosismo y desprecio.

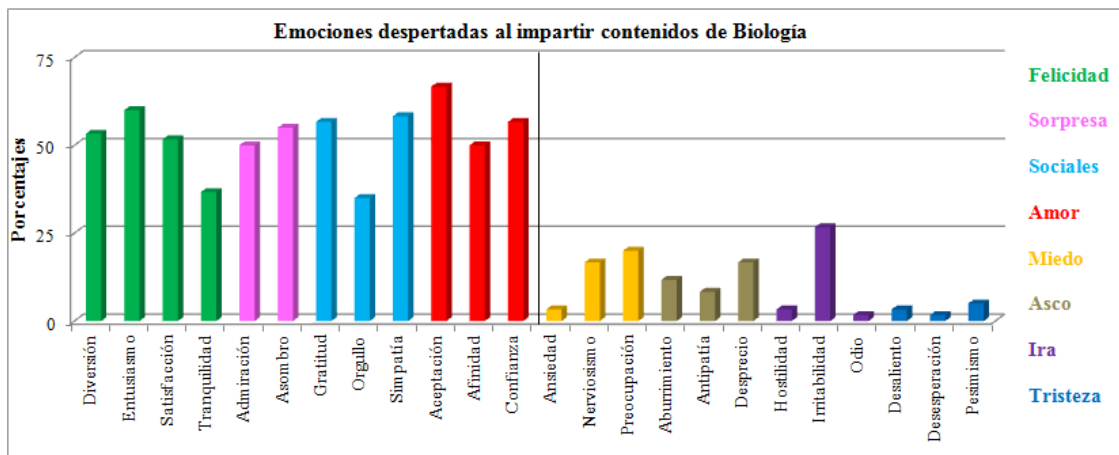


Figura 3. Porcentajes de las emociones despertadas al impartir contenidos de Biología

Por último, la Figura 4 nos indica los porcentajes obtenidos al impartir la asignatura de Geología. Hallamos que las emociones positivas alcanzan porcentajes más elevados que las negativas, destacando la emoción tranquilidad donde se sitúa la mitad de la muestra. En cuanto a las emociones negativas, obtienen una mayor participación preocupación, desprecio y nerviosismo.

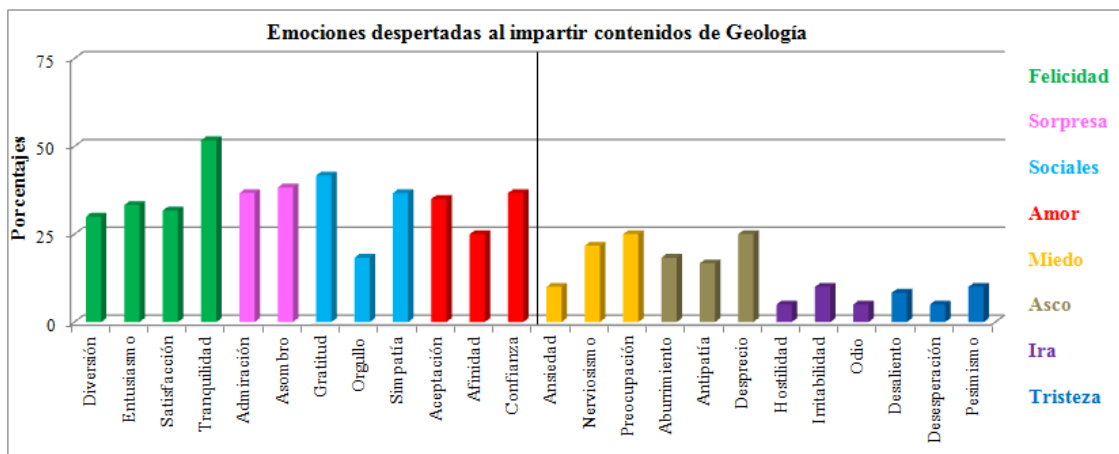


Figura 4. Porcentajes de las emociones despertadas al impartir contenidos de Geología

CONCLUSIONES

Aunque los futuros profesores de Secundaria manifiesten mayoritariamente emociones positivas ante la impartición de contenidos de Física y Química, preocupantemente, se evidencia un claro aumento de diversas emociones negativas (nerviosismo, preocupación, desprecio, irritabilidad, antipatía). Estos datos coinciden con el estudio realizado por Costillo et al. (2010) que encuentran emociones positivas y negativas en los futuros profesores de Física y Química al impartir sus contenidos. Podemos pensar que los futuros profesores de Educación Secundaria se sienten capacitados teóricamente para enseñar Física o Química pero no se sienten capacitados para transmitir esos

conocimientos al alumnado, surgiendo la preocupación, el nerviosismo, la irritabilidad,... en definitiva, emociones negativas que pueden ser transmitidas a sus alumnos, impidiendo que se produzca un aprendizaje eficaz.

En la docencia de Biología y de Geología se experimentan mayoritariamente emociones positivas, manifestando de este modo que los futuros profesores de Secundaria se sienten cómodos con estos contenidos, preparados para enseñarlos y mostrando, en definitiva, que existen diferencias según el contenido científico que se enseña. Brígido, Caballero, Conde, Mellado & Bermejo (2009b) analizó las emociones de los futuros maestros de Primaria encontrando que las emociones positivas se manifiestan en el aprendizaje de las Ciencias Naturales y las negativas en los contenidos de Física y Química. En la misma línea, Acevedo (1993) señala que las actitudes de los alumnos hacia la Física y la Química son muy distintas que hacia la Biología y la Geología.

Ante los resultados obtenidos, vemos que el estudio de las emociones es importante para la formación de los futuros profesores de Educación Secundaria. Los profesionales de la educación deben autogenerar emociones positivas hacia la enseñanza de las ciencias, pues tienen una enorme responsabilidad en crear habilidades emocionales en sus alumnos, tanto a través del ejemplo en el trato directo, como en la utilización de la inteligencia emocional en las clases de ciencias, contribuyendo de este modo a crear un clima emocionalmente saludable. El desarrollo de actitudes positivas en los alumnos, a través del fomento de sentimientos y emociones favorables, facilitará un cambio en las creencias y expectativas hacia las ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J.A. (1993). ¿Qué piensan los estudiantes sobre la ciencia? Un enfoque CTS. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra IV Congreso, 11-12.
- Barca, A.; Peralbo, M.; Brenlla, J.C. & Seilas, S. (2006). Aproximación a los estilos de enseñanza del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria. La escala CAPE como instrumento de evaluación. *Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación*, 13, 353-362.
- Beauchamp, G. & Parkinson, J. (2008). Pupils' attitudes towards school science as they transfer from an ICT – rich primary school to a secondary school with fewer ICT resources: Does ICT matter? *Education and Information Technologies*, 13(2), 103-118.
- Bisquerra, R. (2005). La educación emocional en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 95-114.
- Brígido, M.; Caballero, A.; Bermejo, M.L. & Mellado, V. (2009a). Las emociones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en estudiantes de Maestro de Primaria. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, XI(31). Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde <http://reme.uji.es/articulos/numero31/article11/texto.html>
- Brígido, M.; Caballero, A.; Conde, C.; Mellado, V. & Bermejo, M.L. (2009b). Las emociones en ciencias de estudiantes de Maestro de Primaria en prácticas. *Campo Abierto*, 28(2), 153-177.
- Buendía, L. (1999). *Modelos de análisis de la investigación educativa*. Sevilla: Alfar.
- Costillo, E.; Brígido, M.; Bermejo, M.L.; Conde, M.C. & Mellado, V. (2010, Julio). *Las emociones de los futuros docentes de Secundaria sobre cuestiones relacionadas con la enseñanza/aprendizaje de las ciencias*. Comunicación presentada en el XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Baeza (Jaén).

- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona: Crítica.
- Díaz-Pinto, M.A.; González, T. & Mellado, V. (1999). Estudio longitudinal de las concepciones de estudiantes de Maestro de Educación Primaria sobre la enseñanza de las ciencias. *Campo Abierto*, 16, 57-77.
- Gardner, H. (1995). Reflections on multiple intelligences. *Phi Delta Kappan*, 77(3), 200-208.
- Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge society*. Maidenhead: Open University Press.
- Murphy, C. & Beggs, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
- 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.
- Sutton, R.E.; Mudrey-Camino, R. & Knight, C.C. (2009). Teachers' emotions regulation and classroom management. *Theory Into Practice*, 48, 130-137.
- 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.

Diseño, aplicación y evaluación de intervenciones en el ámbito de la experimentación en el marco del Practicum II de Educación Infantil (0-3)

Castelltort, A. y Sanmartí, N.

*Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals.
Universitat Autònoma de Barcelona.*

alba.castelltort@uab.cat

RESUMEN

Este trabajo recoge una experiencia realizada en el marco del Practicum del Grado de Educación Infantil durante el curso 2011-2012. La principal aportación se relaciona con el análisis del proceso de acompañamiento en el diseño, aplicación y evaluación de la secuencia de intervención en el ámbito de la experimentación que ha contribuido, sin duda, en la realización de unas intervenciones de calidad, por parte de un alumnado que aún no ha cursado ninguna asignatura de didáctica. En este proceso, el portafolio ha sido una herramienta de gran utilidad así como las estrategias de comunicación, diálogo, trabajo en grupo y de evaluación y coevaluación utilizadas.

Palabras clave

Formación de maestros, educación infantil, actividades experimentación, educación científica, evaluación-regulación

INTRODUCCIÓN

El Practicum II del Grado de Educación Infantil

Las prácticas de segundo curso del Grado de Educación Infantil están pensadas para que los alumnos adquieran una visión general del ciclo 0-3. La asignatura está impartida por profesorado de diferentes áreas de didáctica específica. Los objetivos definidos en la Guía Docente (Universitat Autònoma de Barcelona, 2012) son:

- Conocer la realidad educativa de un centro escolar de cero a tres años
- Observar, analizar y describir los elementos que caracterizan esta realidad educativa
- Diseñar y aplicar una secuencia educativa adaptada a la realidad estudiada.

Los niños y niñas de 0-3 realizan una gran cantidad de cambios fundamentales para su desarrollo y socialización, y por este motivo las estudiantes han de hacer un conjunto de observaciones focalizadas en diferentes aspectos. Al mismo tiempo, estas observaciones orientan el diseño y aplicación de una secuencia de aprendizaje ajustada al grupo con el que interactúan. Los aspectos importantes que a observar son: características del grupo-

clase; la acogida y despedida de los niños y niñas; la comunicación con las familias; la organización del espacio y de los materiales; las actividades que se desarrollan y la organización del tiempo en la escuela; la comunidad educativa y el rol de la educadora.

Las **actividades formativas del practicum II** constan de la asistencia en los seminarios y tutorías, la estancia en los centros y el trabajo autónomo. Para evaluar la asignatura se utilizan datos provenientes de: la memoria final organizada a través de una carpeta de aprendizaje, del informe del centro de prácticas y de su participación y aprovechamiento en las tutorías y seminarios (para ampliar información ver anexo).

Experimentar con materiales en el 0-3

Las intervenciones didácticas diseñadas por las alumnas del practicum se han centrado en el ámbito de la experimentación. A continuación destacamos el marco de referencia que ha guiado el acompañamiento de su diseño y su relación con la educación científica.

Entendemos por experimentar, el someter a los objetos o materiales del entorno a la observación, a la experiencia. En esta edad no hay experimentación sin manipulación. (Vila & Cardo, 2005)

Los niños y niñas, desde muy pequeños, ya muestran su interés innato por descubrir y comprender el entorno que les rodea. Como señala Vila & Cardo (2005) ésta exploración del entorno natural y social forma parte de una de las distintas necesidades básicas que tiene la pequeña infancia. Mediante las actividades de exploración los pequeños miran, tocan, prueban, manejan, ponen, sacan, dejan caer, arrojan, ríen, lloran, expresan, repiten etc. Acciones todas ellas que les ayudan a descubrir distintos fenómenos físicos, químicos y sociales y que contribuyen a desarrollar de manera natural el pensamiento científico y adquirir procesos mentales fundamentales como: observar, identificar, clasificar, hacer hipótesis, experimentar y comunicar.

Durante la exploración, Weissmann (1983) señala que los niños y niñas dialogan con los materiales, se formulan una gran variedad de preguntas (¿Qué es esto? ¿Qué puedo hacer con ello?, ¿Qué pasa si?...), buscan, prueban, observan los materiales y ellos responden con sus límites. Mediante la exploración, los niños y niñas aprenden a través de la acción. Weissmann destaca la importancia de prestar atención a la calidad, variedad y cantidad de materiales que les ofrecemos. Poco material empobrece la exploración, demasiado material genera desorden y la dispersa y, poca variedad (como el plástico) aporta una información muy pobre. De allí la importancia de utilizar material del entorno, natural, cotidiano o de desecho.

En la etapa 0-6 se aprenden ciencias jugando y viviendo, hablando y observando, imitando e inventando (Feu, 2009). Ésta autora destaca el papel de la escuela en ofrecer experiencias ricas, situaciones en las que hacer, pensar, hablar, darse cuenta de los hechos y trabajar juntos sea algo natural y necesario.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

La principal aportación se relaciona con el análisis del proceso de acompañamiento en el diseño, aplicación y evaluación de la secuencia de intervención en el ámbito de la experimentación (tarea del apartado 4 del portafolio) y su contribución en la realización de unas experiencias de calidad, por parte de un alumnado que aún no ha cursado

ninguna asignatura de didáctica. El diseño de una herramienta para la coevaluación de los trabajos ha sido una estrategia útil para mejorar las producciones escritas.

Durante el proceso de acompañamiento, la evaluación ha tenido un papel clave. Como señala (Sanmartí, 2007) *“la evaluación se convierte en el motor de la construcción del conocimiento cuando se entiende como autoevaluación y coevaluación. La finalidad es tanto regular el proceso de enseñanza como el aprendizaje. Los instrumentos de evaluación entre iguales se han mostrado útiles porque se toman más en cuenta por parte del alumnado que los del profesor”*. En este trabajo, destacamos una de las actividades de evaluación realizadas.

El proceso de acompañamiento del alumnado en proceso de diseño de la intervención de las tutorías.

Desde las tutorías se han utilizado diferentes estrategias para acompañar el proceso:

- **Elaboración de un documento con orientaciones para la elaboración de la secuencia didáctica** (Tabla 1). El documento, que se elaboró a petición de las alumnas, desarrolla los diferentes apartados (punto 4 portafolio) e incluye contenidos trabajados en los temas de observación y en las tutorías. (Anton & Fusté, 2007; Vila & Cardo, 2005) i (Bassedas, Huguet, & Solé, 1996)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Justificación: ¿Por qué se ha elegido ésta actividad?, ¿Por qué piensan que es importante para la edad del grupo?, ¿Qué experiencias previas han realizado con el grupo? ¿Cuáles son las recomendaciones de la maestra? - Objetivos, contenidos y capacidades: ¿Cuál es el propósito de la actividad? ¿qué contenidos priorizamos? ¿Cuál es la contribución a las capacidades? - Organización del espacio, materiales y gestión del aula: ¿Cómo se organizará el aula y se presentará el material?, ¿Qué materiales e instrumentos ofreceremos? ¿Cómo se organizará el grupo? ¿hay niños/as alérgicos a...? - Secuencia de la intervención: ¿Cómo se iniciará y cerrará la actividad?, ¿Cuál es el “hilo conductor” entre las dos sesiones? ¿Que actividades haremos en cada sesión y durante cuanto tiempo? ¿Cuál será nuestro papel? ¿Cómo planificamos la recogida? ¿podemos implicar a las familias? ¿Cómo comunicaremos la experiencia? ¿Que aspectos ambientales consideraremos? - Evaluación y propuestas de mejora: ¿cómo registraremos la sesión? ¿que ha pasado, que ha funcionado, que cambiaríamos? ¿cuáles son las impresiones de la tutora? ¿que posibilidades detectamos para su continuación? |
|--|

Tabla 1. Orientaciones para la elaboración de la secuencia didáctica

- **Utilización del dropbox** para compartir los documentos elaborados y hacer un seguimiento y retorno personalizado del proceso de diseño.
- **Presentación proyecto de intervención en la tutoría** con la finalidad de establecer un diálogo con las alumnas y enriquecerlo con nuevas ideas.
- **Compartir la primera aplicación con el resto del grupo** y plantear preguntas para orientar el debate y mejorar las próximas sesiones (¿Cómo fue? ¿Si tuvieras que repetirla, que cambiarías? ¿Qué te planteas para la próxima sesión?)
- **Escribir la secuencia para entregarla a la escuela.** Se plantea ésta situación real como estímulo para “adelantar” la redacción de la memoria y promover un trabajo de calidad, ya que será un material que formará parte de la

documentación del centro de prácticas (disponible para las maestras, las futuras estudiantes y para mostrar a las familias).

- **Diseñar con el grupo, indicadores para evaluar** el trabajo escrito y realizar una actividad de coevaluación para mejorar las producciones.

Las intervenciones realizadas en el ámbito de la experimentación

Cinco alumnas optaron por el diseño de propuestas relacionadas con el ámbito de la experimentación (tabla 2).

	Breve resumen de la propuesta y de los resultados
Alumna A	<p>Experimentación con chocolate</p> <p>La actividad ofrece un contexto de experimentación con chocolate para estimular los sentidos. La primera sesión es una experimentación libre con el cuerpo y con la utilización de distintos instrumentos. La segunda, está centrada en el sentido del gusto donde se introduce fruta y galletas y distintos chocolates (blanca, negra, con leche).</p> <p>La propuesta ha favorecido distintas acciones en una primera fase de carácter individual (observar, tocar y probar el chocolate, experimentar su textura y sensaciones sobre el cuerpo “<i>es suave, está fría, huele bien</i>”, transportar, mezclar utilizando los instrumentos, etc. y en una segunda fase, ha potenciado la interacción y el interés en compartir la experiencia.</p>
Alumna B	<p>Experimentación con sal y azúcar</p> <p>La propuesta busca estimular todos los sentidos (vista, gusto, tacto, olfato, oído) y ofrecer una actividad de manipulación que promueva la capacidad de mirar, tocar, probar, comprobar, identificar, experimentar, hacer hipótesis y que estimule procesos de comunicación entre los niños y niñas.</p> <p>La actividad ha generado una gran diversidad de acciones y descubiertas. Han explorado los sabores con la boca, han manipulado y descubierto con las manos las distintas texturas, han experimentado con los distintos instrumentos (transportar, trasvasar, rellenar, mezclar,...), han descubierto y gozado con el ruido del azúcar al pisarlo o tirarlo sobre el suelo de cartón (acción no prevista). Todo ello con una actitud tranquila, de concentración, de observación, de compartir y aprender de las experiencias de los demás y que ha favorecido la autonomía y la toma de decisiones.</p>

Alumna C	<p>Experimentación con pan rallado</p> <p>La propuesta parte de la detección del poco interés del grupo en las actividades de manipulación que implican “suciedad”. Se escoge un material que sea poco “sucio” para estimular actividades de manipulación y experimentación. La primera sesión se presentan instrumentos para fomentar acciones diversas (trasvases, transportes,...) y en la segunda sesión se introduce el agua.</p> <p>La actividad ha potenciado acciones que son respuestas a preguntas como <i>¿Qué pasa si...? ¿Y si repito pasa lo mismo? ¿Por qué pasa...?</i> y en este sentido, estimuló el desarrollo del pensamiento científico de forma natural. Por ejemplo, descubrir que si ponemos el pan rallado en un colador, éste sale por el otro lado y, después de repetir varias veces la acción, que podemos hacer las formas deseadas en el suelo. O descubrir que si utilizamos un tubo de cartón el pan sale por el otro lado pero si lo tapamos con la mano, se transforma en un recipiente para transportar.</p>
Alumna D	<p>Experimentación con hielo y agua</p> <p>A partir de la vivencia de la “ola de frío” y la nieve en la escuela (hecho poco habitual en la localidad del centro) se escogió este tema. El objetivo es manipular hielo coloreado de formas diversas y observar y experimentar el proceso de fusión. En la segunda sesión, se parte de la manipulación del agua y la mezcla de líquidos (zumo de naranja y limón) para observar el proceso de solidificación en helado.</p> <p>Los niños y niñas han manipulado con las manos y la boca el hielo. Han contrastado las propiedades y sensaciones de éste material con otras formas similares pero de plástico. Con el hielo coloreado han pintado sobre una cartulina, han experimentado la sensación de frío, su fusión y solidificación.</p>
Alumna E	<p>Experimentación matemática</p> <p>Al grupo de 1-2 años se les propuso tres actividades distintas para estimular el pensamiento matemático: hueveras grandes y “galets” (pasta de sopa de tamaño grande); agujas para la ropa y cajas de cartón pequeñas; cajas de cartón de distintas medidas. La intervención consistía en la exploración libre del material y observar si se producían acciones relacionadas con el pensamiento matemático. La alumna intervino en algún momento puntual para suscitar alguna acción matemática en el proceso de manipulación.</p> <p>La secuencia se repitió en dos ocasiones y en la segunda, se detectó que los niños y niñas ya estaban más familiarizados con los materiales y aumentaba la diversidad de acciones que se relacionan con el pensamiento matemático. Las pinzas las guardaban en los contenedores, las distribuían en distintos contenedores, las intercambiaban de una en una o a puñados y pocos iniciaron alguna seriación. Con las cajas de cartón, las apilaban, exploraban su capacidad (poniéndose dentro, poniéndosela encima). Con la pasta de sopa, algunos hacían correspondencias en las hueveras.</p>

Tabla 2: síntesis las intervenciones en el ámbito de la experimentación extraídas de las memorias de las alumnas del Practicum II del curso 11-12

Selección de criterios para evaluar la intervención didáctica

Se elaboró conjuntamente con las alumnas un conjunto de criterios para evaluar la intervención en base a las orientaciones que se facilitaron. El documento de criterios (Tabla 3) se diseñó de manera muy ágil dado que ya se habían trabajado los distintos apartados en el proceso de diseño de la intervención. En la penúltima tutoría, se propuso coevaluar los trabajos, en base una puntuación de 0 a 3 (siendo 0 cuándo el criterio no aparecía y 3 cuándo se cumplía de manera completa). En el caso que la puntuación no fuera de 3, se les pedía a las alumnas justificar su puntuación en el apartado “comentarios”. Las alumnas evaluadas tenían la oportunidad de expresar sus puntos de vista en relación a los comentarios de la compañera.

Criterios de evaluación	0	1	2	3
Justificación				
Se justifica el tema seleccionado				
Se explica porque pensamos que es importante hacer este tema en este grupo de edad				
Se incluyen informaciones de las actividades previas que han hecho anteriormente y como les fue				
Objetivos de aprendizaje, contenidos, contribución a las capacidades				
Se define el propósito de la secuencia				
Se explica como se contribuye a las capacidades				
Se indica los contenidos que se quieren desarrollar				
Secuencia de la intervención				
Se explica y justifica cómo se organiza el espacio y como se presenta				
Se explica y justifica los instrumentos seleccionados				
Se describen las actividades desarrolladas en cada sesión (como se inicia y presenta, como se desarrolla, como se cierra, la recogida etc...)				
Se describe el papel de la educadora (nuestro papel)				
Se propone o se hace alguna actividad para comunicar o implicar a las familias				
Se tienen en cuenta aspectos ambientales				
Evaluación de la intervención y propuestas de mejora				
Se explica como fue y se analiza que pasó y porque y se compara con las expectativas iniciales				
Se incluye el intercambio de impresiones con la tutora				
Se incluye propuestas de mejora (las que se aplicaron a la sesión siguiente y las que incorporaríamos si repitiéramos la actividad)				
Se incluyen propuestas de continuidad				
Aspectos formales del trabajo				
La presentación y la extensión es adecuada				
Se incluyen fotografías y/o grabaciones				
La redacción es agradable y de fácil comprensión				
La ortografía es correcta				

Puntuación final (provisional)	
--------------------------------	--

Comentarios:
Respuesta a los comentarios:

Tabla 3. Documento de criterios para la coevaluación

Resultados de la actividad de coevaluación

Los resultados de la actividad de coevaluación (ver tabla 4) nos muestran dos aspectos importantes. En primer lugar, cuando las alumnas evalúan utilizan correctamente los criterios y justifican de manera pertinente gran parte de sus valoraciones. Un caso particular se da en la alumna C cuya puntuación es muy baja, en que la evaluadora solo argumenta por escrito la mitad de los puntos pero sí que lo hace de manera oral, y la autora del trabajo toma anotaciones que tiene en consideración en la versión final. En éste sentido, un obstáculo de la coevaluación es la dificultad de compartir entre iguales cuándo hay un número demasiado elevado de aspectos a mejorar.

En segundo lugar, destacar que en el momento de escribir la réplica a la evaluación recibida, las alumnas no responden o no justifican correctamente aquellos aspectos en los que manifiestan dificultades de comprensión o de aprendizaje. Esta información es de gran utilidad para detectar dificultades y errores, comprenderlos y buscar la estrategia más adecuada para superarlos. En este sentido, la principal dificultad detectada en todas las alumnas ha sido en relación a la identificación correcta de las “capacidades, objetivos y contenidos” de las actividades diseñadas y en su priorización. Ésta se explica porque las alumnas aún no han tenido la oportunidad de trabajar los documentos curriculares y por ser, en la mayoría de casos, la primera experiencia de programación. El retorno personalizado de la tutora y focalizado en esta dificultad principal ha sido la estrategia utilizada para su regulación.

Los resultados de la evaluación de las memorias finales, evidencian que la actividad de coevaluación y la devolución personalizada de la tutora han sido estrategias útiles para la mejora cualitativa de los trabajos (ver puntuación final 5).

Coevaluación entre alumnas					
Autora del trabajo	A	B	C	D	E
Alumna evaluadora	C	A	B	E	D
Puntuación de la alumna (la puntuación máxima es 60)	50	53	42	56	55
Valoración y comentarios :					
nº de ítems valorado con menos de un "3"	4	3	10	3	3
nº de ítems que justifican porqué no han puesto un "3"	3/4	3/3	5/10	3/3	3/3
comentarios personales	0	1	0	1	
Tipología de respuestas:					
Están de acuerdo con la valoración y se justifican o indican que lo incluirán	1	2	4		
No están de acuerdo con el comentario y se justifican	3	0	0		
No dicen nada sobre el comentario	0	0	0		
La respuesta no es pertinente	0	1	1		
Incluyen anotaciones de mejora en el documento			11		
Total respuestas pertinentes	4/4	2/3	4/10	*	*
Evaluación tutora					
Puntuación tutora	52	56	37	58	58
nº de ítems de acuerdo con la evaluación realizada	2/4	2/3	10/10	3/3	3/3

(respeto nº ítems valorados con menos de un 3)					
nº de respuestas que están bien justificadas y son correctas respecto el total	3/4	2/3	2/5	*	*
* la alumna no escribe ningún comentario (retorno oral)					

Tabla 4: Resultados de la evaluación entre alumnas y de la evaluación de la tutora

Puntuación inicial de la alumna	50	53	42	56	55
Puntuación inicial tutora	52	56	37	58	58
Puntuación final (revisión memoria final)	60	58	55	59	60

Tabla 5: Comparativa de la evolución de la puntuación como indicador de la regulación y mejora que ha suscitado la actividad

CONCLUSIONES

El conjunto de actividades planteadas para orientar el alumnado en el diseño de su intervención didáctica han sido de utilidad puesto que las secuencias desarrolladas han tenido una gran calidad, se ha utilizado el conocimiento aprendido en distintas asignaturas (como por ejemplo la de “*Organización del espacio escolar, materiales y habilidades docentes*”), han incorporado aspectos tratados en las tutorías (sobre la observación, trabajo en equipo con la maestra, comunicación con las familias etc.) y han sido justificadas y relacionadas adecuadamente con el currículum del primer ciclo de la educación infantil (Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació.,).

La carpeta de aprendizaje es una experiencia válida para el acompañamiento del practicum si es utilizada, no como una colección de documentos, si no como una herramienta de reflexión, dinámica y que se relaciona con los procesos de aprendizaje de los alumnos y también si se utiliza para detectar posibles problemas en el aprendizaje. Facilitar que las alumnas se involucren en el proceso de evaluación permite la identificación de los objetivos establecidos, la ubicación en su nivel de logro y la opción de regular y mejorar su aprendizaje (**GARCÍA, 2000**).

La herramienta *Dropbox* ha sido de utilidad para el seguimiento del trabajo individual (cada alumna tenía su carpeta individual) y para fomentar una cultura del compartir que ha contribuido al aprendizaje entre iguales (el grupo tenía una carpeta común para compartir documentos) y crear un clima de confianza.

La actividad de coevaluación, ha sido muy bien aceptada entre las alumnas porque han tenido pocas oportunidades de experimentar actividades de este tipo (Duran & Blanch, 2007), ha sido interesante, ha funcionado correctamente y ha ofrecido una oportunidad de poner al alumnado en una situación real en la que como futuras maestras tendrán que saber desarrollar. Ha tenido un carácter formativo porque ha permitido evaluar y justificar con argumentos cada punto de vista. Al mismo tiempo la alumna evaluada ha tenido la oportunidad de exponer su punto de vista (en relación a los comentarios) y una segunda ocasión para mejorar la producción escrita (que ha sido entregada a la escuela y en la memoria final). La coevaluación también tenía como objetivo compartir las producciones y los contenidos de las compañeras para mejorar los propios y los resultados muestran que ha facilitado la mejora cualitativa de las producciones en todas las alumnas. El ejercicio también ha permitido ver que los criterios de evaluación

pueden ser modificados (por ejemplo, nadie siguió el criterio de la extensión máxima de 10 páginas y la conclusión fue que era necesario revisarlo así como el criterio que hacía referencia a la incorporación de aspectos ambientales, tuvo interpretaciones distintas).

Un elemento que se destaca como clave ha sido el clima de confianza que se ha creado a lo largo de las sesiones de las tutorías que ha permitido un diálogo fluido y constructivo. Las tutoras de las escuelas también han valorado muy positivamente sus intervenciones.

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencia EDU2009-13890-C02-02).

ANNEXO

La carpeta de aprendizaje y las tareas principales

La **carpeta de aprendizaje** ha sido la herramienta vertebradora de los contenidos de las tutorías y del trabajo autónomo (observaciones, diarios de clase reflexivos...). Al finalizar el curso las estudiantes han de entregarla en formato de memoria. La selección de trabajos que constituyen el portafolio se realiza de manera sistemática al constituir una secuencia cronológica que permite observar la evolución de conocimientos, habilidades y actitudes del alumno (García, 2000). En la tabla 6, se especifica la planificación de las tutorías, del trabajo autónomo y del trabajo en la escuela en relación con los contenidos del portafolio.

Índice de la carpeta de aprendizaje	Planificación del desarrollo contenido
1. Presentación y expectativas iniciales del practicum	Tema tutoría 3
2. La escuela (contextualización, proyecto educativo del centro, organización y estructura del centro, la comunidad educativa)	Trabajo autónomo (en coordinación con los centros)
3. El grupo clase: A) características de la edad, del grupo (cambios observados durante el período de prácticas) B) El día a día en la escuela: La acogida y la despedida. La comunicación con las familias (tema observación 1); La organización del tiempo (tema observación 2); La organización del espacio y del material de juego (tema observación 3) El papel de la educadora y su relación con los niños y niñas.	Observaciones en la escuela, trabajo autónomo y tema tutorías 3, 4,5
4. La intervención: a) Justificación de la intervención; b) Objetivos de aprendizaje, contenidos, contribución a la adquisición de las capacidades. c) Criterios metodológicos, organización y gestión del aula, d) Secuencia y descripción de la intervención y evaluación i e) Valoración personal del proceso	Temas tutorías 6, 7 y 8, trabajo autónomo (a entregar en el dropbox y retorno personalizado) y realización de la intervención en el aula

5. La Reflexión: diario reflexivo	Trabajo autónomo (dropbox) y retorno personalizado.
6. La Valoración: a) Valoración general del trabajo realizado, b) Los 10 aprendizajes del practicum, Valoración de la participación e implicación a los seminarios y en la escuela d) Propuestas	Temas tutorías 9 y 10 (actividad coevaluación, valoración de los centros y exposición oral)

Tabla 6. Índice de la carpeta de aprendizaje

Las características de las tareas principales de las alumnas durante el período de prácticas son:

- **Diario del practicum:** las alumnas escriben un diario reflexivo y personal (10 líneas diarias aprox.) contextualizado en la situación que se quiere comentar y que haga referencia a alguna de las siguientes cuestiones: *¿Qué he aprendido hoy? ¿Qué me ha sorprendido? ¿Qué aspectos no tengo aún claros? ¿Qué cosas, si les hiciera yo, cambiaría y por qué?*. Los diarios son entregados periódicamente a través del *dropbox* o el *campus virtual* y se realiza un comentario personalizado en base a las consideraciones anteriores.
- **Los contenidos de observación:** durante las primeras semanas de prácticas se centra la atención en algunos aspectos básicos del día a día en las escuelas. En las tutorías se definen conjuntamente los objetivos de la observación y las estrategias para la recogida de información. Las reflexiones de las observaciones serán resumidas en un documento (1 página de extensión que formará parte de la memoria final) para compartirlas y analizarlas en el marco de la tutoría.
- **El diseño y aplicación de la secuencia de aprendizaje.** Las últimas semanas de prácticas se dedican a diseñar y aplicar la intervención. Ésta puede ser surgir de los intereses de la estudiante, de la experiencia en la escuela o las necesidades o propuestas de la tutora del centro.

Una de las actividades iniciales (punto 1 de la carpeta de aprendizaje) fue preguntar al grupo sobre sus expectativas iniciales. Los comentarios fueron categorizados (Tabla 7) y recuperados en la fase de evaluación final (punto 6 de la carpeta). Es destacable considerar la coincidencia entre las expectativas y los objetivos de la asignatura.

<p>¿A qué preguntas queremos dar respuesta durante el período de prácticas?</p> <p>¿Cómo se organiza el día a día en una escuela de infantes?</p> <p>¿Cómo se enseña y qué aprenden?</p> <p>¿Cómo diseñar y aplicar propuestas educativas?</p> <p>¿Cómo crear vínculos familia-escuela y educadora-infantes?</p> <p>¿Qué implica el rol de maestra y cómo es?</p>
--

Tabla 7. Las expectativas iniciales del alumnado

BIBLIOGRAFÍA

- Anton, M., & Fusté, S. (2007). *Planificar la etapa 0-6: Compromiso de sus agentes y práctica cotidiana*. Barcelona: Graó.
- Bassedas, E., Huguet, T., & Solé, I. (1996). *Aprender i ensenyar a l'educació infantil*. Barcelona: Graó.
- Duran, D., & Blanch, S. (2007). Una experiència de coavaluació: Situar l'avaluació en el procés d'aprenentatge i afavorir que els estudiants de magisteri aprenguin a avaluar treballs escrits. *Jornades d'Innovació Docent. Universitat Autònoma De Barcelona*.
- Feu, M. T. (2009). Experimentar con materiales en el 0-6. *Revista Aula De Infantil*, 52.
- García, E. (2000). *Algunas aplicaciones del portafolio en el ámbito educativo*. Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Chihuahua: doi:GR-1740/2000 ISSN 1577-2365
- Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació. *Decret 101/2010, de 3 d'agost, d'ordenació dels ensenyaments del primer cicle de l'educació infantil*. Retrieved 20/3, 2012, from <http://www.gencat.cat/diari/5686/10209100.htm>
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave: Evaluar para aprender* Graó.
- Universitat Autònoma de Barcelona. (2012). *Guia docent de l'assignatura pràcticum II. grau d'educació infantil. facultat d'educació. curs 2011-2012*. Retrieved 2012, 3/20, 2011, from <http://www.uab.es/guiesdocents/2011-12/g102021p847t2500797a2011-12iCAT.pdf>
- Vila, B., & Cardo, C. (2005). *Material sensorial :0 - 3 años : Manipulación y experimentación*. Barcelona: Graó.
- Weissmann, H. (1983). La enseñanza de las ciencias en el parvulario. *Cuardenos de Pedagogía*, 102, 64-66.

La Energía en la Interacción Térmica: Una propuesta de intervención en el Máster de Profesorado de Secundaria mediante secuencias estructuradas de contenidoⁱ.

Cervantes Madrid, A., Perales Palacios, F.J., Vílchez González, J.M.

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

Correo-e: acervant@ugr.es

RESUMEN

La Energía en la Interacción Térmica es un contenido que queda recogido tanto en las enseñanzas mínimas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato como en las materias específicas de carácter científico de los Máster de Formación del Profesorado de Secundaria. A su vez, tal y como muestran diferentes investigaciones, esta fenomenología presenta muchos problemas de comprensión no sólo a los alumnos de las mencionadas etapas educativas sino también a los profesores que encaran su tratamiento didáctico. Ante tales circunstancias, se propone una intervención, en el marco de las materias de Enseñanza Aprendizaje de Física y Química de los citados Máster, que facilite a los futuros profesores tanto la conceptualización de los términos más relevantes como la disposición de diversos recursos didácticos para su intervención en el aula.

Palabras clave

Energía. Calor. Temperatura. Profesorado Secundaria.

INTRODUCCIÓN

Como sabemos, los sistemas pueden experimentar diversas interacciones de tipo mecánico o electromagnético por el hecho de poseer masa o, en su caso, carga eléctrica. Decimos entonces que dos sistemas experimentan una interacción térmica cuando intercambian energía como consecuencia de que se encuentren a diferente temperatura o, lo que es lo mismo, intercambien energía mediante procesos distintos a los mecánicos y electromagnéticos. En esta interacción surgen conceptos como el calor, la temperatura, la energía interna, etc. que los alumnos no suelen conceptualizar de forma correcta, tal y como la Termodinámica propone, y son causa de grandes dificultades en su tratamiento en el aula (Carlton, 2000; Dumrauf & Cordero, 2004; Lee & Liu, 2010). Para desarrollar esta amplia fenomenología, el profesorado deberá disponer de herramientas idóneas que faciliten su tratamiento didáctico en el más extenso sentido de la palabra. Por ello, los cursos orientados a la preparación de futuros profesores de ciencias deben interesarse por formarlos en las competencias necesarias para facilitar su enseñanza en el aula. Estas competencias conllevan tanto la comprensión del contenido científico como una profunda reflexión y planificación de los procesos de instrucción involucrados (Pringle, 2006). Bajo esta perspectiva de formación de futuros profesores

de Educación Secundaria, y en el contexto del Máster de Profesorado, nos proponemos la tarea de impartir este contenido de manera que cubramos ambos campos competenciales. Una muestra de cómo lo venimos haciendo es mediante el desarrollo de secuencias estructuradas de contenido que facilitan la organización y comprensión de los fenómenos involucrados, así como su tratamiento en el aula mediante la preparación de adecuadas estrategias de enseñanza-aprendizaje.

PRINCIPALES APORTACIONES DE LA COMUNICACIÓN

Este trabajo se inscribe en el Proyecto de Investigación que venimos desarrollando en los últimos años sobre el Diseño, Desarrollo y Evaluación del Currículo de Ciencias en el Máster mencionado (Perales et al., 2010).

Cabe destacar como aportaciones de esta comunicación las siguientes:

- 1) La secuenciación y estructuración del contenido que hemos trabajado nos permite, tanto al profesorado del Máster como a los alumnos que participan en él, tener una visión más generalizada de esta fenomenología, de manera que nos ayuda de una forma más eficiente a su distribución curricular por niveles educativos, con arreglo a las demandas cognoscitivas que se requieren para ello, y a vislumbrar las sucesivas aproximaciones conceptuales necesarias para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos y procesos más importantes involucrados.
- 2) Las secuencias estructuradas de contenido se desarrollan por medio de mapas conceptuales que posibilitan: organizar jerárquicamente los conceptos y procesos, diseñar el diagnóstico conceptual de los términos más problemáticos que puedan intervenir (temperatura, concepto de cuerpo caliente y cuerpo frío, calor, etc.), preparar la intervención en clase a la hora de clarificar los conceptos que intervienen y diseñar las estrategias de enseñanza-aprendizaje que faciliten los cambios conceptuales previstos con arreglo al diagnóstico inicial llevado a cabo.

Antecedentes de investigación

Desde hace varias décadas se ha venido poniendo de manifiesto que el tratamiento de los conceptos y procesos básicos de la Termodinámica, tanto por parte de los libros de texto como de los propios profesores de los diferentes niveles del currículo, presenta grandes dificultades en su comprensión cuando no deficientes interpretaciones de los mismos (Zemansky, 1970; Trumper, 1998; Alomá & Malaver, 2009). De igual manera, diferentes revisiones bibliográficas (Cervantes, 1984; Leite, 1999), junto con otros trabajos de carácter diagnóstico llevados a cabo en los alumnos (Erickson, 1979; Macedo de Burghi & Soussan, 1985; Jasien & Oberem, 2002), e igualmente diversos estudios realizados sobre la naturaleza de esta fenomenología (Warren, 1972; Otero & Brincones, 1987; Domínguez & Stipcich, 2010), ponen de manifiesto la necesidad de clarificar los términos que intervienen en la misma así como de plantearnos adecuadas estrategias de instrucción para desencadenar los cambios conceptuales necesarios en las mentes de los alumnos. Como podemos apreciar, se viene planteando esta problemática desde hace ya varias décadas y parece que aún no está definitivamente resuelta. Por ello, nos hemos propuesto aportar alguna alternativa a su tratamiento en el Máster de Profesorado y estamos de acuerdo con Summers (1983) en que el calor y, por extensión, los conceptos asociados a este proceso se manifiestan como uno de los tópicos que mayores dificultades conceptuales presenta a la hora de ser tratados en el currículum de ciencias tanto en Educación Primaria como en Secundaria.

Nuestra experiencia: soluciones y recomendaciones

Los alumnos que recibimos en el Máster de Profesorado de Secundaria de la especialidad de Física y Química de la Universidad de Granada siguen manteniendo, en términos generales, las mismas carencias conceptuales que otros investigadores han diagnosticado para graduados en cursos de formación docente y profesores en activo (Jasien & Oberem 2002). Esto es, se suele confundir el calor con la energía interna cuando un cuerpo se calienta; el calor se asocia a un proceso de intercambio de energía pero, en cambio, se postula que entra y sale de los cuerpos; la temperatura no se suele definir correctamente o, cuando se define, se hace bajo una interpretación microscópica a través de la energía cinética media de las partículas ($\langle e_c \rangle = 3/2 KT$) sin tener en cuenta que se está haciendo una aproximación que es válida sólo para gases ideales; la energía se suele interpretar como una capacidad para realizar trabajo con las dificultades que entraña la interpretación de dicha “capacidad”; ... En definitiva, debemos plantearnos resolver las dificultades conceptuales que tales términos presentan en su tratamiento tanto en los libros de texto como a los propios alumnos a quienes va dirigida su enseñanza-aprendizaje. Por otro lado, tal y como diversas investigaciones han puesto de manifiesto, la estructuración del contenido mediante mapas conceptuales ha mostrado ser una muy buena herramienta para conseguir los resultados esperados (Novak & Gowin, 1988; Domínguez, de Pro & García-Rodeja, 1998). Por consiguiente, nuestra intervención en el desarrollo del tópico de la Energía en la Interacción Térmica se ha planteado haciendo uso de cinco secuencias de contenido, tal y como se observa en la Figura 1, que surgen a partir del marco general en donde se ha encuadrado esta fenomenología. Tales secuencias se desarrollan posteriormente de una forma más explícita mediante mapas conceptuales.

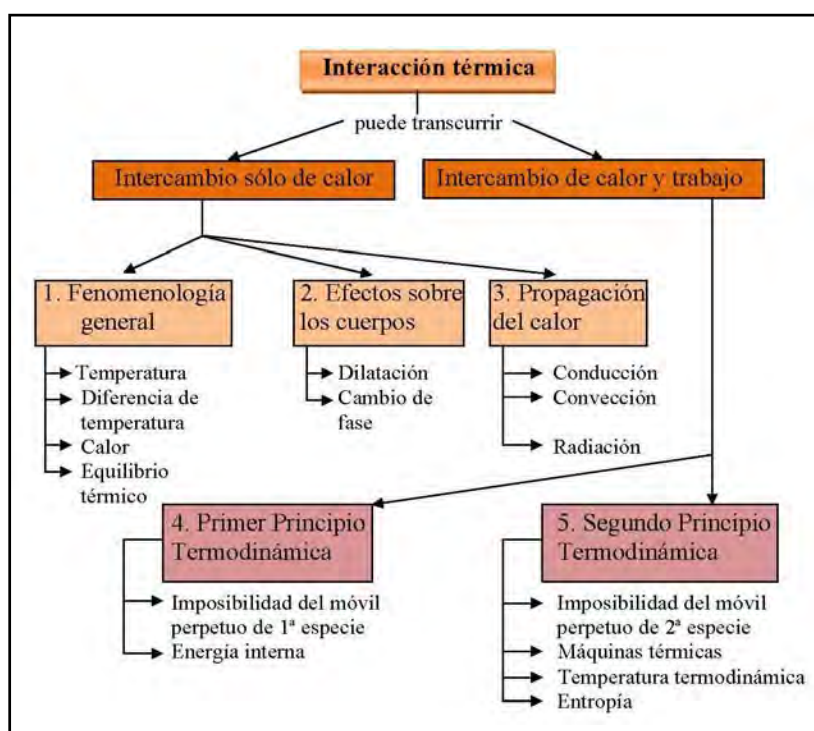


Figura 1. Secuencias de contenido (5) en base a cómo puede intercambiarse la energía en una interacción térmica

Como se puede apreciar en la Figura 1, la interacción térmica se ha estructurado en dos grandes bloques en función de que se intercambie sólo calor o se intercambie tanto calor

como trabajo. Del primer bloque surgen tres secuencias, de carácter introductorio y elemental, a las que se ha denominado: 1. Fenomenología general, 2. Efectos sobre los cuerpos y 3. Propagación del calor. En cada una de ellas vienen conectados los conceptos y procesos más representativos que intervienen en esa fenomenología. El segundo bloque contempla los intercambios tanto de calor como de trabajo y nos permite elaborar otras dos nuevas secuencias que posibilitan el tratamiento de: 4. Primer Principio de la Termodinámica y 5. Segundo Principio de la Termodinámica. Igualmente aparecen conectados los conceptos y procesos más representativos que intervienen en cada una de las secuencias. A continuación, en las Figuras 2 y 3, se presenta desarrollada una secuencia de cada uno de los dos bloques en los que hemos estructurado el contenido con el fin de clarificar el proceso seguido.

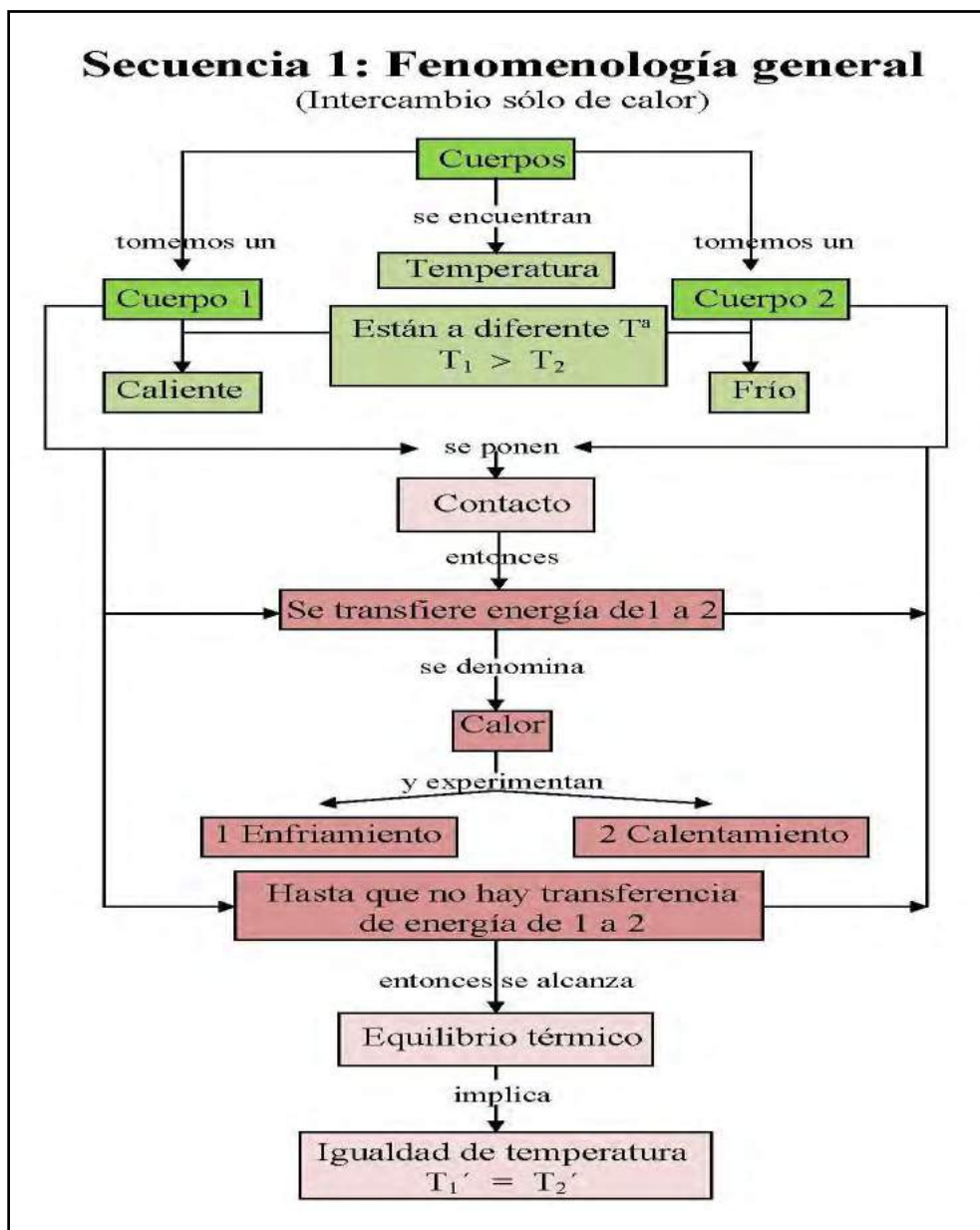


Figura 2. Secuencia 1: Fenomenología general, desarrollada mediante mapa conceptual con los conceptos y procesos más significativos que intervienen

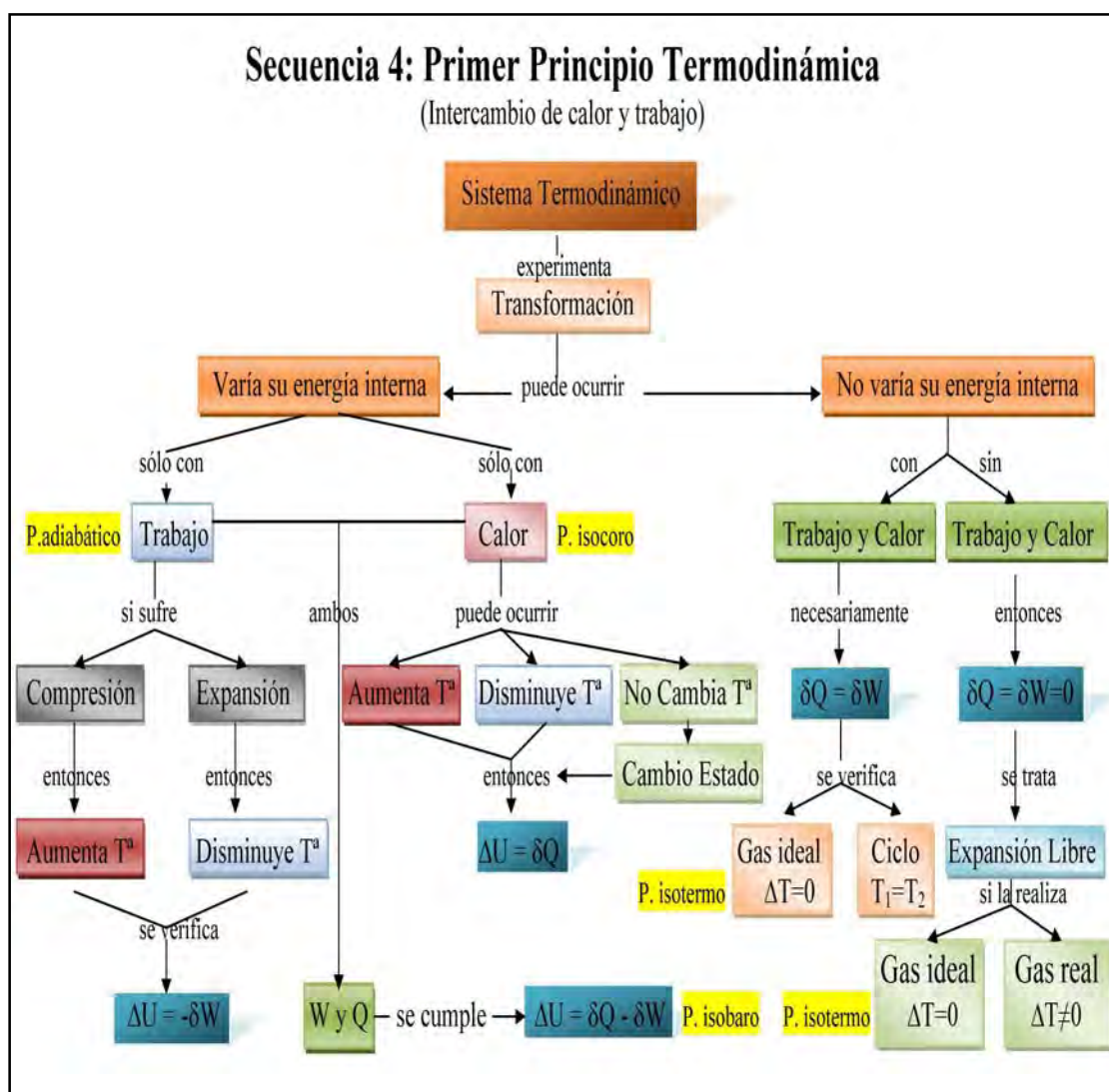



Figura 3. Secuencia 4: Primer Principio de la Termodinámica, desarrollada mediante mapa conceptual en donde aparecen los conceptos y procesos más significativos que intervienen

Igualmente, y a modo de ejemplo, se presenta en la Figura 4 unas tareas o microsecuencias de enseñanza, encuadradas en su correspondiente estrategia de enseñanza-aprendizaje, que obedecen a las propuestas de actuación didáctica que se derivan del desarrollo de las secuencias de contenido planteadas.

A los alumnos del Máster, con el fin de que se familiaricen en la formulación de tales propuestas docentes, les presentamos algunas de las estrategias y tareas que hemos diseñado para las tres primeras secuencias de contenido. Es decir, les mostramos una selección de entre un total de 15 estrategias de enseñanza-aprendizaje con sus 35 tareas o microsecuencias de enseñanza propuestas. Finalmente, a los alumnos se les pide que las complementen con otras que ellos mismos diseñen y les encargamos que propongan estrategias y tareas de enseñanza-aprendizaje para las dos últimas secuencias de contenido, de acuerdo con las concepciones diagnosticadas en los alumnos que previamente les hemos presentado.


Estrategia de Enseñanza-Aprendizaje: El calor no se almacena en los cuerpos
(Tres tareas o microsecuencias de enseñanza propuestas)

TAREA 1. Los cuerpos no cambian de peso al ser calentados (I).



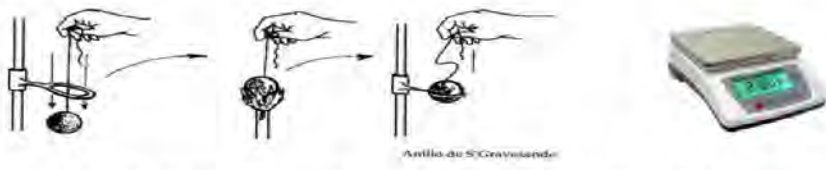
Bola de acero. Medida de su peso. Calentamiento de la bola. Predicción (alumno) de los posibles cambios ocurridos. Comprobación experimental. Interpretación (alumno) de lo ocurrido. Clarificación conceptual (profesor).

TAREA 2. Los cuerpos no cambian de peso al ser calentados (II).



Recipiente con agua. Medida de su peso. Calentamiento del recipiente con agua. Predicción (alumno) de los cambios ocurridos. Verificación experimental. Interpretación (alumno) y Clarificación (profesor).

TAREA 3. Anillo de Gravesande.



Presentación del anillo de Gravesande. Peso de la bolita de acero. Paso de la misma por el anillo. Calentamiento de la bolita. Predicción (alumno) sobre el paso de la misma y el posible cambio de peso. Comprobación experimental. Interpretación (alumno) y Clarificación (profesor).

Figura 4. Estrategia de enseñanza-aprendizaje: El calor no se almacena en los cuerpos.
Propuesta de tres tareas o microsecuencias de enseñanza para su desarrollo

IMPLICACIONES

Podemos concluir que el trabajar con secuencias estructuradas de contenido nos facilita no sólo el tratamiento de los fenómenos relacionados con la Energía en la Interacción Térmica sino también, por extensión, del contenido científico y didáctico en general a través de:

1) Organizar de forma secuencial la fenomenología en cuestión con el fin de posibilitar su desarrollo en los diferentes niveles educativos en cuanto a: clarificación de términos,

revisión de textos, preparación del diagnóstico y propuesta de estrategias de enseñanza-aprendizaje.

2) Trabajar las competencias de carácter científico y didáctico propuestas en los Máster de Profesorado de Secundaria y que se esperan alcanzar en los futuros profesores de esta etapa educativa.

BIBLIOGRAFÍA

Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de *energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot* en textos universitarios de Termodinámica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 387–400.

Cervantes A. (1987). Los conceptos de calor y temperatura: Una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias* 5(1), 66-70.

Domínguez J.M., de Pro A., & García-Rodeja E. (1998). Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal. *Enseñanza de las Ciencias* 16(3), 461-475.

Domínguez M.A., & Stipcich M.S. (2010). Una propuesta didáctica para negociar significados acerca del concepto de energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 75-92.

Dumrauf A.G, & Cordero S. (2004). “¿Qué cosa es el calor?” Interacciones discursivas en una clase de Física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3 (2), 123-147.

Erickson G. L. (1979). Children's Conceptions of Heat and Temperature. *Science education*, 63(2), 221-230.

Jasien P. G., & Oberem G. E. (2002). Understanding of Elementary Concepts in Heat and Temperature among College Students and K–12 Teachers. *Journal of Chemical Education*, 79(7), 889-895.

Lee H.-S., & Liu O. L. (2010). Assessing Learning Progression of Energy Concepts Across Middle School Grades: The Knowledge Integration Perspective. *Science Education*, 94(4), 666-688.

Leite L. (1999). Heat and Temperature: an analysis of how these concepts are dealt with in textbooks. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 75-88.

Macedo de Burgi B., & Soussan G. (1985). Estudio de los conocimientos preadquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 10 a 15 años. *Enseñanza de las Ciencias* 3(2), 83-90.

Otero J., & Brincones I. (1987). El aprendizaje significativo de la segunda ley de la Termodinámica. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 89-107.

Perales-Palacios, F. J., Álvarez-Suarez, P., Benarroch-Benarroch, A., Cabo-Hernández, J. M., Cervantes-Madrid, A., Fernández-González, M., González-García, F., Jiménez-Liso, M. R., Jiménez-Tejada, M. P., López-Gay, R., & Vílchez-González, J. M. (2010, Septiembre). *Diseño del Currículo de Ciencias Experimentales en el Máster de Profesorado de Secundaria*. Comunicación presentada a los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Baeza, Jaén.

Trumper R. (1998). A Longitudinal Study of Physics Students' Conceptions on Energy in Pre-Service Training for High School Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 7(4), 311-318.

Summers M. K. (1983). Teaching Heat: An analysis of misconceptions. *School Science Review*, 64, 670-676.

Warren J. W. (1972). The Teaching of Concept of Heat. *Physics Education* 7, 41-44.

Zemansky M.W. (1970). The Use and Misuse of the Word "Heat" in Physics Teaching. *The Physics Teacher*, 8(6), 295-300.

ⁱ Este trabajo se inscribe dentro del Proyecto de Investigación EDU2008-02059 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Un estudio sobre la enseñanza de la estructura física de la materia en Bachillerato

(Cordobés, JM., Legido, XI., Ulla, A.)

Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo,
cordobes@uvigo.es; xllegido@uvigo.es; ulla@uvigo.es

RESUMEN

En este artículo se da a conocer un estudio realizado sobre la Enseñanza de la estructura física de la materia con alumnos del curso 2º de Bachillerato. Las estructuras estudiadas son átomo, núcleo y partícula. Se hace un estudio inicial de sus conocimientos previos, tanto de tipo conceptual como metodológico. Posteriormente se plantean como objetivos, la adquisición de esquemas conceptuales sobre las interacciones que actúan en dichas estructuras y sus energías características, así como esquemas sobre las técnicas experimentales y las estrategias empleadas en su investigación. Se explica la metodología empleada basada en Actividades en el Aula y se muestran los resultados obtenidos.

Palabras clave: interacción, energía, estructura, estrategia, metodología

INTRODUCCIÓN

La Física tiene por objeto estudiar las propiedades físicas de la materia y los fenómenos que ocurren en ella. Para ello se debe conocer su constitución o estructura. En una primera aproximación, se puede decir que la Física permite explicar todas las formas de la materia mediante el concepto de átomo, constituido por tres tipos de partículas: neutrones (n) y protones (p), formando parte del núcleo, y electrones (e), distribuidos en la corteza. Además, esta estructura se sostiene mediante un número reducido de fuerzas: la Fuerza Eléctrica y las Fuerzas Nucleares.

La materia está compuesta por átomos. Este conocimiento es muy importante. El físico americano, Richard P. Feynman (1), en su libro Física (1998) escrito como texto para sus alumnos, afirma que *si hubiese un cataclismo y la producción científica se destruyese, y sólo pudiésemos transmitir a las generaciones futuras una frase, elegiría ésta: todas las cosas están formadas por átomos*. Los átomos forman moléculas y los átomos y las moléculas son los componentes de la materia en sus diferentes estados de agregación. Así pues, las estructuras básicas de la materia, átomo y núcleo, se pueden explicar con un reducido número de partículas y de interacciones que sostienen esas estructuras.

Actualmente, la Física explica la estructura de la materia a baja energía con muy pocas partículas de materia y partículas de fuerza. A mayor energía requiere más partículas de materia pero las interacciones se simplifican, ya que parecen unificarse. De todas formas debemos tener en cuenta que sólo el 4% de la materia-energía del Universo es conocida. El resto es materia oscura (23%) cuya naturaleza se ignora, y energía oscura (73%) de la que apenas se conoce algo.

Lo que es indudable, es que el conocimiento logrado es de una importancia difícil de apreciar. Toda la materia conocida en el Universo, está compuesta de las mismas unidades básicas, que se enlazan con un reducido número de fuerzas. Y, en principio, todas las propiedades de la materia y la energía y el conjunto de los fenómenos físicos, se podrían explicar en base a estas partículas e interacciones. Esto es lo que permite afirmar la capitalidad de este conocimiento.

CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LOS ALUMNOS

Nos podemos preguntar: los alumnos cuando llegan a 2º de Bachillerato y teniendo en cuenta el currículum que han seguido (dos cursos de Física y Química en Secundaria y un curso de Física y Química en Bachillerato), ¿saben explicar el átomo como estructura constituida por partículas unidas por un número reducido de fuerzas? ¿distinguen las fuerzas que son fundamentales en la Física, de aquéllas que son residuales o derivadas de aquéllas? ¿saben apreciar las energías que caracterizan a las estructuras molécula, átomo, y núcleo? Podemos dejar a un lado por el momento, la estructura de los n y p en quarks, que no se trata de ordinario en los cursos de Física que cursaron previamente.

En el estudio realizado con un grupo de 14 alumnos de Física de 2º de Bachillerato en el curso académico 2007-08 y que fue tema de una tesis doctoral, al comienzo del curso se hizo con ellos una caracterización inicial, tanto de los esquemas conceptuales referentes a las estructuras átomo y núcleo, como de los esquemas referentes al modo de investigar dichas estructuras (esquemas de acción). Se tuvo en cuenta, lógicamente, los programas de Física y Química que habían cursado. Escribimos a continuación algunas de las preguntas y las respuestas que obtuvimos.

Esquemas conceptuales

1. *Indique la estructura del átomo, describiendo sus partes y las partículas que existen en él:*

RESPUESTA: 11 indican las diferentes partículas (n, p y e) que hay en el átomo y 8 las sitúan correctamente en el núcleo y en la corteza;

2. *Identifique las fuerzas que actúan entre estas partículas:*

RESPUESTA: indican que existen Fuerzas eléctricas entre partículas del átomo, 4, y sólo 2 identifican las Fuerzas nucleares; 3 afirman que existen fuerzas de cohesión o de atracción.

3. *Explique cuál es la propiedad de la materia a la que se atribuyen cada una de las fuerzas fundamentales de la Física:*

RESPUESTA: atribuyen la Fuerza Gravitatoria a la masa, 5, y 4 la asocian a la gravedad; la Fuerza Eléctrica la asocian a la carga eléctrica, 8; de ellos, sólo 2 responden a las dos afirmaciones anteriores conjuntamente;

4. *Señale otras características que distingan las fuerzas gravitatorias de las eléctricas:*

RESPUESTA: no indican más que 3 que la Fuerza Eléctrica atrae o repele y que la Fuerza Gravitatoria atrae siempre;

5. *De qué naturaleza son las fuerzas entre átomos para formar moléculas:*

RESPUESTA: las fuerzas entre átomos para formar moléculas son de tipo eléctrico para 3 alumnos. Por otra parte, llaman fuerzas de cohesión a las fuerzas entre átomos y moléculas, 6, y no saben qué tipo de fuerzas son, 5.

6. *Compare el alcance de las Fuerzas gravitatoria y eléctrica:*

RESPUESTA: el concepto de fuerza a distancia es poco comprendido: que la Fuerza Gravitatoria es a distancia lo indican 4 y que lo es también la Fuerza Eléctrica, 3; además, para 2, la Fuerza Eléctrica es de contacto. No contestan sobre el alcance de

estas fuerzas, 9, y 3 dicen que tienen alcance distinto las fuerzas gravitatorias y eléctricas. No recuerdan las expresiones matemáticas de estas fuerzas más que 1, para el caso de la Fuerza Gravitatoria.

Esquemas de acción

1. *Indique técnicas experimentales que se emplean en el estudio de las estructuras de la materia:*

RESPUESTA: sólo 5 recuerdan las experiencias de Rutherford para investigar la estructura del átomo, y 1 indica el estudio de los espectros como herramienta de trabajo.

2. *Señale estrategias y métodos empleados en la investigación de las estructuras de la materia:*

RESPUESTA: en cuanto a la metodología de la ciencia, sí que hacen referencia bastantes a la formulación de hipótesis y la posterior experimentación para contrastarlas. Pocos consideran la organización de los datos, la búsqueda de regularidades y de patrones de estructura y el diseño de modelos.

LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA EN LOS LIBROS DE TEXTO

En el Currículum que siguen los alumnos, los contenidos relativos a la estructura de la materia aparecen en la parte de Química de la asignatura Física y Química, tanto en la Secundaria Obligatoria (ESO), cursos 3º y 4º (15 y 16 años), como en 1º de Bachillerato (17 años). Se orientan por tanto al estudio del enlace y de las reacciones químicas. De ahí que no se haga un estudio de la estructura de la materia más detallado. En concreto, en el estudio del átomo, apenas se trata del núcleo. No se suele aprovechar para insistir en las interacciones que sostienen las estructuras átomo y núcleo, perdiendo una valiosa oportunidad para ir avanzando en la comprensión de estas estructuras, que tanto desde el punto de vista científico como didáctico, tienen una gran importancia para el aprendizaje de la Física.

En la parte del programa que trata de la Física en estas asignaturas, en 3º y en 4º de ESO, figuran la Fuerza gravitatoria y la Fuerza eléctrica, y en la de Física de 1º de Bachillerato se dedica suficiente espacio a la Fuerza eléctrica, pero en todos los cursos la Fuerza eléctrica aparece desvinculada del estudio del átomo.

Esto explica en gran medida el desconocimiento que aqueja a los alumnos al llegar a 2º de Bachillerato. Si tenemos en cuenta que pocos son los que estudian Física en ese curso, nos encontramos con que muchos alumnos acaban el Bachillerato sin comprender una parte básica de la Física, como es precisamente la estructura de la materia.

Pensamos que habría que replantearse estos contenidos, tanto en la ESO como en 1º de Bachillerato, bien sea explicándolos de modo más detallado en la asignatura de Química o incluyéndolos expresamente en la parte de Física.

PROPUESTA METODOLÓGICA

Nos parece que hay una serie de aspectos que sería muy ilustrativo tenerlos en cuenta a la hora de abordar este tema, dada su importancia:

-La Física explica la composición de la materia en base a *las partículas* que la constituyen y *las fuerzas* que sostienen esas estructuras. De hecho ha llegado elaborar un modelo llamado Modelo Estándar de Partículas e Interacciones, que aparece firmemente asentado y explica las estructuras de la materia a alta y baja energía.

-Nos parece muy interesante ayudar al alumno a *caracterizar* las distintas interacciones y establecer un análisis comparativo entre ellas. También ayudarle a distinguir aquéllas

que se consideran *interacciones fundamentales* de las que son residuales o derivadas de aquéllas.

-Es importante que el alumno sepa *relacionar los conceptos de Fuerza y Energía*. No se debe olvidar que el concepto de Energía es un concepto difícil de explicar y difícil de entender para el alumno. Feynman (2), en su libro de Física ya citado, llega a afirmar que *en la Física actual no sabemos lo que es la Energía...* En primer lugar conviene ayudar al alumno a distinguir la energía cinética de la potencial; después a asociar a cada tipo de fuerza su energía; a calcular la energía de una partícula en una determinada estructura. Posteriormente, se puede tratar de la energía asociada a la masa, de acuerdo con la teoría de la relatividad.

-El estudiante debería identificar *las fuerzas que actúan en cada estructura* y determinar cuáles son las relevantes. Esto le llevaría a establecer las energías características de las partículas en cada estructura de la que forman parte.

Al mismo tiempo, se debería insistir en el modo de obtener conocimiento sobre la composición de la materia. Afirma Duschl (1997), *en el estudio de las estructuras del micromundo, las herramientas de investigación son cada vez más complejas y sofisticadas... Es un error pretender que los alumnos acepten sin más la credibilidad de los datos científicos sin pistas relativas al proceso o las herramientas de su recogida, manipulación e interpretación.*

-Se trata, de familiarizar al alumno con las técnicas experimentales que se utilizan y las estrategias que se emplean, que coinciden en buena parte, sobre todo estas últimas, con las empleadas en otras disciplinas científicas. Las dificultades que ofrecen las experiencias de laboratorio, pueden subsanarse mediante la realización de Actividades en el Aula que permitan reproducir de algún modo los experimentos de los físicos en los laboratorios y los métodos empleados en la obtención y elaboración del conocimiento.

-Por supuesto, se puede acudir también a simulaciones hechas por ordenador utilizando tutoriales cada vez más perfeccionados que existen en el mercado, si se dispone de medios adecuados en el aula.

-Además, desde el punto de vista didáctico, es muy útil hacer un análisis de la evolución del conocimiento de la estructura de la materia en el tiempo, de lo que supone sobre nuestra concepción del Universo físico, de las aplicaciones a la Tecnología que se derivan de ello, etc.

Resumiendo, consideramos muy interesante que el alumno adquiriera unos *esquemas conceptuales* muy claros sobre las interacciones y energías presentes en las estructuras básicas de la materia (átomo, núcleo, partícula) y unos *esquemas de acción* (modo de adquirir conocimiento sobre esas estructuras). Nos parece que hay una interrelación entre ambos esquemas de acuerdo con Rumelhart (1989), ya que los esquemas conceptuales sobre las estructuras determinan los métodos de trabajo y de acceso a dichas estructuras y viceversa.

PUESTA EN PRÁCTICA DE LA METODOLOGÍA DIDÁCTICA

La puesta en práctica de esta Metodología, se llevó a cabo mediante una serie de Actividades que se extendieron a lo largo del curso académico, y entre las que había, Cuestionarios, Ejercicios, Prácticas de simulación de técnicas experimentales y de estrategias empleadas en la investigación científica.

La caracterización inicial para conocer sus conocimientos previos ya mencionada, nos ayudó a confeccionar este conjunto de actividades, de modo que ayudasen al alumnado a adquirir esos esquemas conceptuales y las técnicas y métodos empleados en su investigación, que consideramos prioritarios. La realización de esas actividades y la

realimentación que proporcionaba su evaluación, nos llevaba tanto a modificar algunas de las ya previstas como a replanteárnoslas de un modo diferente.

Para el aprendizaje de los esquemas conceptuales, empleamos una serie de Cuestionarios y Ejercicios, alguno de los cuales señalamos a continuación, mientras que para los esquemas de acción, habida cuenta de la dificultad para realizar experiencias de laboratorio o simulaciones por ordenador, recurrimos a algunas de las actividades propuestas por el CPEP (*Contemporary Physics Education Project*) en su página web sobre la Aventura de las partículas, que simulan las técnicas y los modos de trabajar de los científicos en estos campos.

Como ejemplo de *Cuestionario*, indicamos:

1. Indica las partículas que hay en el átomo y su distribución, y las fuerzas entre ellas (todas, por irrelevantes que parezcan, ordenándolas de mayor a menor intensidad)
2. Compara la Fuerza Gravitatoria (FG), la Fuerza Eléctrica (FE) y la Fuerza Nuclear (FN), indicando analogías y diferencias (expresión matemática, intensidades, propiedad de la materia sobre la que actúan, alcance, etc.).
3. Indica la relación existente entre Fuerza (F) y Energía (E), los diferentes tipos de energía, y la expresión de la energía total en una estructura.

Como ejemplos de *Actividades en el Aula*:

1. Simulación de la técnica de dispersión [1].

Se trata de ver como se obtiene conocimiento mediante esta técnica, la necesidad de acelerar las partículas para utilizarlas como proyectiles, y de detectores para analizar los resultados. En este caso concreto, el conocimiento que se obtiene es meramente geométrico, ya que se trata de adivinar las forma y el tamaño de las figuras ocultas, siguiendo las trayectorias de las partículas después del impacto, y suponiendo que los rebotes son elásticos (el ángulo de incidencia es igual al de reflexión).

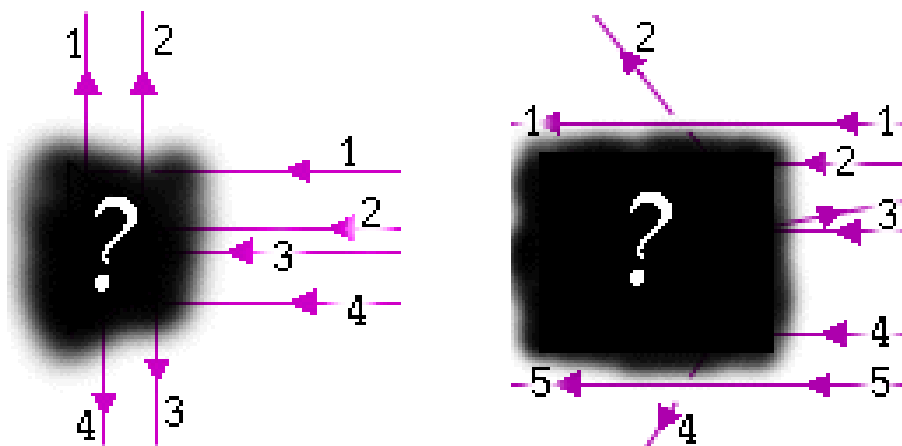


Figura 1

2. Leyes de conservación [2].

La observación de regularidades en el comportamiento, expresadas como leyes de conservación, permite avanzar en la comprensión de determinados fenómenos. En la figura 3 se tienen dos conjuntos de procesos nucleares, unos observados y otros no. Con la ayuda de la tabla de la derecha, y una breve explicación de lo que son números leptónico y bariónico (que son sumativos), al alumno se le sugiere encontrar una explicación del por qué de los fenómenos observados y de los no observados.

OBSERVED EVENTS		UNOBSERVED EVENTS	
1. $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$	11. $n + p \rightarrow p + p$		
2. $\pi^+ + n \rightarrow p + \pi^0$	12. $p \rightarrow \pi^+ + \pi^0$		
3. $\pi^- + p \rightarrow n + \pi^- + \pi^+$	13. $p \rightarrow \pi^+ + \pi^-$		
4. $\pi^- + p \rightarrow p + \pi^0 + \pi^-$	14. $\pi^+ + n \rightarrow K^+ + K^0$		
5. $\Delta \rightarrow p + \pi^-$	15. $\Delta \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$		
6. $\Delta \rightarrow n + \pi^0$	16. $\Delta \rightarrow K^+ + K^-$		
7. $n + p \rightarrow p + p + \pi^-$	17. $\pi^0 + n \rightarrow \pi^+ + \pi^-$		
8. $p + p \rightarrow p + n + \pi^+$	18. $\pi^0 + n \rightarrow p + \bar{p}$		
9. $e^+ + e^- \rightarrow p + \bar{p}$	19. $\Delta \rightarrow n + \pi^0 + \nu_e$		
10. $e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$	20. $\pi^- \rightarrow e^- + \gamma$		

BARYONS		MESONS		LEPTONS		PHOTON	
Symbol	Charge	Symbol	Charge	Symbol	Charge	Symbol	Charge
p	+1	π^+	+1	e^-	-1	γ	0
\bar{p}	-1	π^-	-1	e^+	+1		
n	0	π^0	0	ν_e	0		
Δ	0	K^+	+1	$\bar{\nu}_e$	0		
		K^-	-1				
		K^0	0				

Figura 2

3. *Puzzle (búsqueda de patrones de estructura, modelos, etc.).* [3].

Ésta es una simulación de las estrategias como clasificar, descubrir patrones de estructura, formular modelos explicativos contrastables, etc. En este puzzle (Figura 3), propuesto por Helen Quinn del SLAC (*Stanford Linear Accelerator Center*), para explicar la estrategia empleada por los físicos de partículas cuando se produjo esa avalancha de nuevas partículas que surgían en los experimentos, a medida que los aceleradores ganaban en energía, aparecen dos conjuntos de figuras: unas se observan (podemos pensar que son partículas que se aparecen en los experimentos), y otras no.

Se trata de proponer un conjunto de figuras más sencillas, a partir de las cuales, por combinaciones entre ellas, se pueden obtener todas las demás, y unas reglas de unión que permitan explicar por qué unas figuras sí se observan y otras no. El alumno debería buscar una solución sencilla que permitiera además predecir nuevas figuras que podían obtenerse (o aparecer en los experimentos).

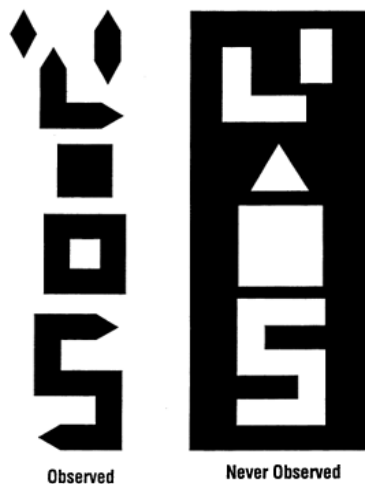


Figura 3

4. La historia de los modelos empleados en la explicación del Sistema solar y del átomo, tiene un valor didáctico considerable para comprender la importancia de los modelos en la evolución de nuestro conocimiento en la Ciencia.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos, los reflejamos en las siguientes tablas, en las que distinguimos los esquemas conceptuales (figura 4) y los esquemas de acción (figura 5).

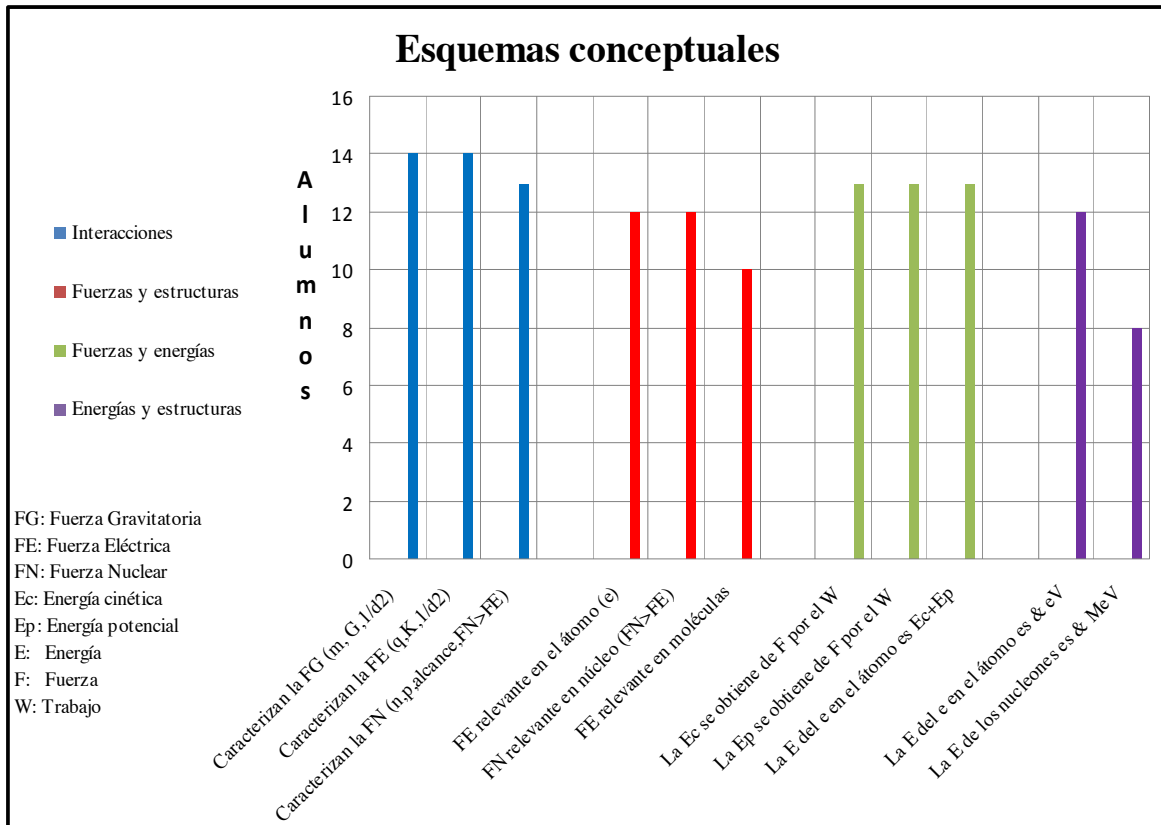


Figura 4

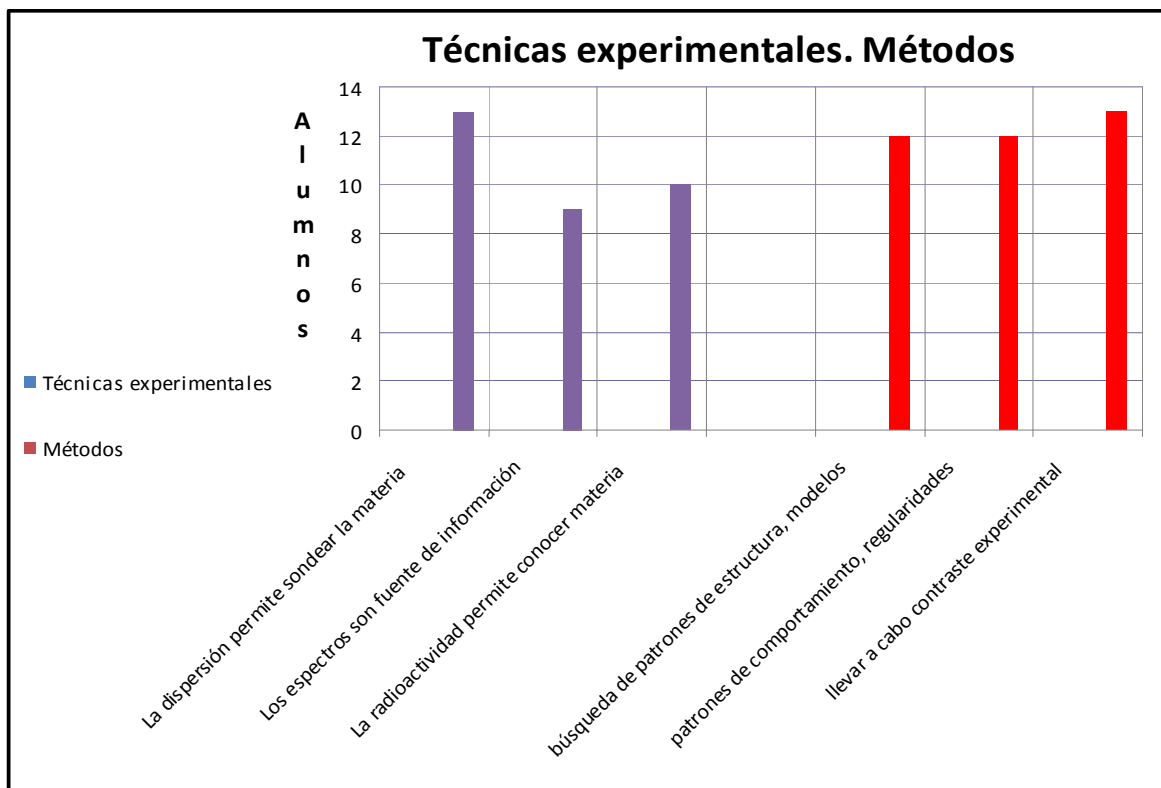


Figura 5

CONCLUSIONES

Se señalan a continuación los resultados que consideramos más representativos, tanto en los esquemas conceptuales como en los de acción.

Esquemas de razonamiento

- Todos los alumnos identifican y caracterizan las interacciones fundamentales, y todos, salvo alguna excepción, indican las interacciones relevantes en el átomo y el núcleo.
- Bastantes saben identificar la Fuerza eléctrica como responsable de la unión entre los átomos, bien sea para formar moléculas o constituir los estados de la materia.
- Casi todos los alumnos establecen la relación entre Fuerza y Energía y hallan la Energía total de una partícula en una estructura, como suma de las energías cinética y potencial.
- Hacen correctamente una relación comparativa entre las energías de los e en el átomo y los nucleones en el núcleo, aunque para menos esta comparación se hace cuantitativa.

Esquemas de acción

En los esquemas de acción, hemos constatado que sus conocimientos previos eran más bien teóricos, ya que demostraban pocas destrezas a la hora de enfrentarse con las situaciones problemáticas que les planteamos. Por eso, nuestra metodología nos parece que les ha llevado sobre todo a ejercitarse en métodos y estrategias que son propios del modo de trabajar en la Ciencia.

- Todos afirman que la técnica de dispersión es un modo de obtener información sobre las estructuras del micromundo, y que esta técnica requiere el uso de aceleradores y detectores; sin embargo, no todos ven la espectroscopía y la radioactividad como fuentes de conocimiento de las diversas estructuras de la materia. Pensamos que hubiese sido de gran ayuda, alguna actividad que insistiese en estas últimas técnicas.
- La búsqueda de patrones de estructura y la clasificación y organización de los datos, es una estrategia básica en la ciencia para una gran mayoría;
- La identificación de regularidades y de patrones de comportamiento, también lo ven casi todos como un modo de avanzar en nuestro conocimiento en la Ciencia. Lo mismo se puede afirmar respecto de la formulación de modelos, que nos permite realizar explicaciones sencillas del comportamiento de la naturaleza.

BIBLIOGRAFÍA

Duschl, R.A. (Narcea S.A. de Ediciones). (1997) *Renovar la enseñanza de las Ciencias*. pp. 82,93.

Feynman, R (Fondo Educativo Interamericano). (1998). Física. Volumen I: *Mecánica. Radiación. Calor*. (1) pág.1-3 y (2) pág. 4-3.

Rumelhart, DE (Cambridge: The MIT Press).(1989).*The architecture of mind: a connectionist approach*. En Posner, I.(ed.). *Foundations of cognitive Science*.

Contemporary Physics Education Project (CPEP). *La Aventura de las partículas*:
<http://www.particleadventure.org/>

[1] <http://www.particleadventure.org/deflected.html>

[2] http://www.particleadventure.org/other/education/five_s.html

[3] http://www.particleadventure.org/other/education/two_s.html

¿Qué ciencia escolar sugiere el currículum de Primaria español respecto al de países como Reino unido (U.K.) o USA?¹

Criado García-Legaz A.M.; Cruz-Guzmán, M.; García-Carmona, A.; Cañal de León, P.

Departamento de Didáctica de las Ciencias (Experimentales y sociales) Universidad de Sevilla. acriado@us.es

RESUMEN

En este trabajo se comparan el currículo de ciencias español, para la etapa de Educación Primaria, con el correspondiente al Reino Unido y a los estándares norteamericanos, a fin de extraer sugerencias de mejora para el primero. Entre ellas se destacan: la inclusión de ciencia recreativa, una mayor sistematicidad tanto de carácter longitudinal, como en la articulación de los diferentes elementos curriculares; revisión de la prescripciones en torno a actividades experimentales; etc.

Palabras clave

Ciencias Experimentales en Primaria, currículum de Ciencias, educación comparada

INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe cierta preocupación por la educación científica que se viene impulsando en las escuelas europeas, y la consecuente competencia científica que termina adquiriendo la ciudadanía. El escaso interés de la mayoría de los jóvenes hacia el estudio de la ciencia, y los resultados de un aprendizaje insatisfactorio, son algunos de los indicadores de la crítica situación, revelados en diversos estudios y evaluaciones comunitarias. A consecuencia de esto, en los últimos años han proliferado grupos de discusión y estudios comparativos, cuyos informes ofrecen orientaciones sobre las medidas a tomar.

Una de las dimensiones de este problema educativo lo constituye la cuestión de los currículos de ciencias, que ha sido tratada sólo parcialmente en distintos informes sobre la enseñanza de la Ciencia en Europa, como por ejemplo, los de Rocard et al. (2007), los de la fundación Nuffield (Osborne y Dillon, 2008), el de la red Eurydice (2006 y 2011). En España, se denuncia la precaria situación de la educación científica en el informe Enciende (Couso et al., 2011).

Los diferentes informes mencionados han tratado, pues, una parte de la extensa temática que implica la enseñanza de las ciencias, pero quedan por analizar muchas otras cuestiones relativas al currículo de ciencias; especialmente en las edades tempranas. Por ejemplo, se echa en falta estudios que acometan una comparación de elementos específicos, como pueden ser los núcleos de contenidos básicos de ciencias en los currículos, o el estudio de otros componentes curriculares específicos; aspectos cuyo estudio pretende iniciar este trabajo.

EL PROBLEMA INVESTIGADO

Dado el panorama expuesto, se plantea realizar un estudio comparativo de nuevos aspectos del currículum español de ciencias en Primaria (MEC, R.D. 1513/2006 y MEC O. ECI/2211/2007) con el de otros dos currículos relevantes, como son los del Reino Unido (Department for Education and Employment, 1999) y los estándares en los Estados Unidos

(National Research Council, 1998), dada la extensión y complejidad de estos documentos, así como su particular relevancia. La elección del primero está asociada al gran valor didáctico que concedemos a las actividades experimentales (Criado y García-Carmona, 2011) y a que el Reino Unido es uno de los países donde más actividades experimentales realizan los escolares adolescentes en su aprendizaje de las Ciencias (Woodley, 2009); lo que contrasta con la educación científica que se implementa en las aulas españolas. La relevancia que nos merecen los estándares estadounidenses reside en su énfasis en las *estrategias de aprendizaje por investigación*, que constituyen uno de los fundamentos didácticos en los que se basa la línea de investigación de nuestro grupo, plasmado en la idea de *investigación escolar* (e.g., Cañal, Pozuelos y Travé, 2005; Criado y García-Carmona, 2011^a).

El estudio se centró, pues, en determinar qué mejoras podrían realizarse en el currículo español de ciencias de Primaria al analizarlo comparativamente con el de dichos países. Para ello, se abordaron una serie completa de cuestiones, parte de las cuales se muestran a continuación:

- 1) ¿Qué finalidades educativas se plantean con el aprendizaje de la Ciencia en Primaria?
- 2) ¿Cuáles son los núcleos de contenidos básicos establecidos?
- 3) ¿Qué planteamientos didácticos y metodológicos se sugieren para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia?
- 4) ¿Cuáles son los elementos, procesos y criterios de evaluación sugeridos?

En este estudio, a medida que se abordan estas preguntas, se analiza cómo es el currículo oficial español en comparación con los de los países seleccionados, con vistas a responder a la cuestión que da título al trabajo y hacer propuestas de mejora para el marco curricular español.

METODOLOGÍA

El protocolo empleado en el análisis estuvo configurado por las preguntas indicadas anteriormente, y se integra en otro más amplio, aplicado en otro estudio (García-Carmona, Criado y Cañal, en prensa) donde se analiza el grado de coherencia de la educación científica del currículo español de Primaria. En este protocolo del estudio previo, cada pregunta era acompañada por una serie de indicadores, a modo de respuestas expertas, para facilitar su aplicación a los documentos. Tales indicadores fueron elaborados a partir de lo sugerido por las tendencias actuales en Didáctica de las Ciencias, en relación con los aspectos cuestionados, y validados por los investigadores del proyecto.

Contando con tal antecedente, para realizar el estudio comparativo de los currículos que aquí presentamos, el primer borrador del protocolo de análisis se estableció de manera conjunta por cuatro investigadores del proyecto. Posteriormente, dos de las investigadoras realizaron, independientemente, el análisis comparativo de los tres documentos curriculares. Durante este análisis, cada una hizo modificaciones al protocolo para mejorar su coherencia y ajustarlo a las características de los documentos. Luego lo consensuaron, unificando criterios, para llegar a la confección de un único instrumento propuesto por ambas. Finalmente, esta versión del instrumento fue revisado por los otros dos investigadores que participaron en la elaboración del primer borrador, para obtener así la versión definitiva del mismo. Ya con la versión pulida y definitiva del protocolo de análisis, las dos investigadoras volvieron a hacer el análisis comparativo e independiente de los currículos. Y en una puesta en común entre ambas, se resolvieron dudas o pequeñas discrepancias encontradas. Los resultados fueron posteriormente revisados por los dos investigadores ajenos al análisis, y son los que aquí se presentan.

RESULTADOS

Antes de concretar los resultados, en relación con cada uno de los interrogantes indagados, aclararemos que las correspondencias de niveles entre los sistemas educativos comparados son las que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles en los sistemas educativos español, inglés y norteamericano.

ESPAÑA		UK		USA	
<i>Etapa</i>	<i>Años del escolar</i>	<i>Etapa</i>	<i>Años del escolar</i>	<i>Etapa</i>	<i>Años del escolar</i>
Infantil	3 – 6			Kindergarten (K)	3 – 4
Primaria		Key stage 1	5 - 7	Primary	
1 ^{er} ciclo	6 – 8			Grado 1	5 - 6
				Grado 2	6 - 7
				Grado 3	7 - 8
2 ^o ciclo	8-10	Key stage 2	7 - 11	Elementary	
3 ^{er} ciclo	10-12			Grado 4	8 - 9
				Grado 5	9 - 10
				Grado 6	10 – 11

1 ¿Qué finalidades educativas se plantean en relación con el aprendizaje de la ciencia en Primaria?

Los objetivos generales de la etapa pueden interpretarse de manera bastante similar en los tres currículos, en el sentido de que en todos se pretende el desarrollo personal, social y cultural de los escolares y el desenvolvimiento en la vida cotidiana. También, en cuanto a que en los tres se hace referencia implícita a la alfabetización científica de los escolares. Resaltan la importancia de la formación como ciudadanos responsables, por ejemplo, en la utilización de los recursos y, en general, en el desarrollo de un mundo sostenible.

El español es el más completo en alusiones al desenvolvimiento en la vida cotidiana. Pero podría mejorarse, por ejemplo, contemplando el objetivo de “*la transmisión de entusiasmo y la diversión a través de la ciencia*”¹ que se incluyen en los otros países (p. 13 NSC y p. 15 del currículo inglés). Habida cuenta de que en el mundo actual existe una gran diversidad de ofertas interesantes para los escolares, que compiten fuertemente con lo que ofrecen las materias escolares, sería necesario potenciar los aspectos lúdicos e interesantes de la ciencia y manifestar esta opción explícitamente en los objetivos del currículo español.

Hay dos aspectos que, siendo muy útiles para defenderse del bombardeo publicitario engañoso, no aparecen en los objetivos (y tampoco en los contenidos ni en los criterios de evaluación) del currículum español actual: nos referimos a la diferenciación entre ciencia y pseudociencia y al análisis científico de las ofertas publicitarias. Estos aspectos están presentes en el currículo inglés, en el objetivo general 2 de la etapa, y también en el americano, en los estándares de contenidos (p. 165).

Es verdad, que escudriñando mucho en el currículo español, aunque no en los bloques de ciencias experimentales, sino en el bloque 4 (*Personas culturas y organización social*) (p. 43066) para el segundo ciclo, puede leerse: “...Análisis de algunos mensajes publicitarios y desarrollo de actitudes de consumo responsable...”. Pero no consideramos que esto sea una llamada suficientemente explícita como para que llegue a considerarse como meta educativa esencial la aplicación de la ciencia a dicha cuestión de la vida cotidiana.

Lo mismo diríamos de la “*diferenciación entre lo que es ciencia y lo que no lo es*”; de hecho, una de las aplicaciones de la *ciencia en contexto*, que contempla la competencia científica promulgada en Europa, consiste en diferenciar ciencia de pseudociencia en la práctica cotidiana. Cuestión que sí se contempla en el americano (p. 21).

Tampoco se recoge en los objetivos del currículo español la *seguridad y prevención de riesgos* como se hace en el inglés, (p. 71).

Sin embargo, aunque esto último no se plantee en los objetivos de área del currículo español, sí se menciona en los contenidos de los tres ciclos: en primer ciclo, *prevención de accidentes domésticos* (bloque 3, *la salud y el desarrollo personal*) y en los de segundo y tercero (*respeto por las normas de uso y seguridad y de conservación de los instrumentos y de los materiales de trabajo*) (bloque 7, *materia y energía*).

2 ¿Qué núcleos de contenidos se proponen para la ciencia escolar primaria?

Los núcleos básicos en los que se estructuran los contenidos para la educación científica se representan en la tabla 2

Tabla 2. Organización de los contenidos en España, Reino Unido (UK) y USA.

<i>España</i>	<i>UK (National Curriculum)</i>	<i>Estándares USA</i>
1. El entorno y su conservación. 2. La diversidad de los seres vivos. 3. La salud y el desarrollo personal. 6. Materia y energía. 7. Objetos, máquinas y tecnologías. (Se omiten los bloques 4 y 5 de C.C. Sociales)	1. Investigación científica. 2. Seres vivos. 3. Materiales y sus propiedades. 4. Procesos físicos.	1. Unificación de conceptos y procesos en ciencia. 2. Ciencia como investigación. 3. Ciencia física. 4. Ciencia de la vida. 5. Ciencia de la tierra y del espacio. 6. Ciencia y Tecnología. 7. Ciencia en perspectiva personal y social. 8. Naturaleza e Historia de la ciencia.

Los tres currículos tienen en común que la idea de *vida o seres vivos* constituye uno de los núcleos de contenidos, pero en el resto de áreas se observa más diversidad. El español y el inglés utilizan denominaciones menos derivadas de las cuatro disciplinas clásicas de ciencias experimentales.

Dadas las limitaciones de espacio sólo vamos a resaltar que en el currículum español debería existir una mayor sistematización en los núcleos de contenidos próximos a las ciencias físico-químicas y a la Tecnología. En particular, se debería revisar las relaciones de los diferentes conceptos con el concepto estructurante de *energía* (sin descuidar algunas nociones sobre la energía y los seres vivos, o procesos relativos al clima y a procesos geológicos).

El currículum inglés muestra secuencia los contenidos de un modo más sistemático, con los llamados “*attainment targets*”. Éstos establecen “*lo que se espera que alcancen los escolares con diferentes habilidades y maduración en lo relativo a conocimiento, habilidades y comprensión*” (p.7). Contemplan ocho niveles de dificultad creciente donde se describe el rango de actuación o capacidad que los escolares de un nivel deberían demostrar.

En el currículum norteamericano en el capítulo 6, los *Science Content Standards*, definen lo que se considera alfabetización científica y el contenido de la educación en Ciencias se encuentra organizado en tres grandes agrupaciones de niveles o *grades*: K-4, 5-8 y 9-12

El primero abarca desde jardín de infancia (Kindergarten) hasta el grado 4 y el segundo los grados 5 al 8. (*Grades 5 & 6* se corresponden con 5º y 6º de Primaria en España).

Al proponerse definir qué se considera alfabetización científica, los estándares de contenido americanos (*Chapter 6*) barren y relacionan, de forma sistemática, los contenidos y niveles expresando en tablas, a lo largo de todo el capítulo, y de forma muy explícita la progresión de cada contenido a lo largo de los niveles.

Nada de esta organización explícita se encuentra en el currículum español, por tanto, es razonable demandar que tuviera en cuenta los resultados de la investigación en Didáctica de las Ciencias, y estipulara explícita y sistemáticamente –como hipótesis– una propuesta de contenidos secuenciada con una complejidad creciente y graduada a lo largo de la etapa. Ello orientaría sobre los avances que cabría esperar de los escolares en su aprendizaje (dentro de un margen razonable) y ayudaría a definir el nivel de alfabetización científica esperado al acabar la etapa.

4. ¿Qué planteamientos didácticos y metodológicos se sugieren para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia?

En los dos currículos extranjeros se habla de *investigación* y en el norteamericano, además, se habla de *aprendizaje basado en la investigación*. Así, se destaca la investigación de los

estudiantes como estrategia de aprendizaje, (... *inquiry is central to science learning* ..., p. 2), señalando la necesidad, de que los profesores pongan en juego la multiplicidad de tareas y procesos que supone una investigación escolar.

Son muchos los momentos en los que tanto el currículum inglés (por ejemplo, en p.16, p21, etc.) el norteamericano (p.27, p.31, p.36, etc.) insisten en esta cuestión. Se dan bastantes pistas sobre el papel del profesor y el de los estudiantes, algo que también sería muy conveniente que se hiciera en el currículo español.

No obstante, aunque aportan orientaciones más explícitas de las que podrían inferirse del currículo español, no creemos que ninguno de los currículos analizados tenga la capacidad de mostrar a los profesores el modo en el que se llevan a la práctica dichas estrategias metodológicas. Ello implicaría mostrarles cómo anticiparse a lo que puede darse en estas dinámicas de aula (derivaciones del tema central, puestas en común de todos los grupos y reiteración de ideas, con el consiguiente cansancio de los oyentes, etc.), y aportarles sugerencias de cómo llevarlas a cabo adecuadamente.

5. ¿Cuáles son los elementos, procesos y criterios de evaluación sugeridos?

Los criterios de evaluación en el currículo inglés están establecidos sistemáticamente en los ocho niveles de los “*attainment targets*”, de los que ya se ha hablado. Sólo resta añadir que se sugieren amplios márgenes para considerar su alcance, al final de cada etapa, por la mayoría de los escolares. No hemos encontrado en el documento un apartado donde se especifiquen los instrumentos de evaluación.

En los cinco estándares de evaluación norteamericanos se establecen pautas generales y se tiene en cuenta tanto el aprendizaje del alumno como el papel del profesor y el programa educativo (p. 75). En este caso, como en el currículo español, los criterios de evaluación no están tan sistemáticamente relacionados con los contenidos, como en el caso inglés. Si bien, en los primeros se muestra algún ejemplo de evaluación (p. 92 y siguientes).

En el currículo norteamericano se estipulan como instrumentos de evaluación, no sólo los exámenes convencionales y la realización de prácticas, sino también observaciones de clase, exposiciones, carpetas (portafolios), entrevistas, informes de investigación o ensayos escritos (p. 77).

Como ocurre en el marco curricular español (R. D. 1513/2006), se destaca el papel formativo de la evaluación, además de su función informativa para los estudiantes sobre lo que es importante aprender. En particular, se estipula que los resultados de las evaluaciones deben derivar (p. 87) en que los profesores emitan juicios sobre la adecuación del contenido, el interés de los estudiantes en el mismo, la efectividad de las actividades en provocar los resultados deseados, etc.

La sugerencia de mejora para nuestro currículo sería, en primer lugar, establecer una cuidadosa coherencia entre contenidos, objetivos y criterios de evaluación. Así como la inclusión de ejemplos de los logros de aprendizaje que se espera de los escolares, organizándolo en una hipótesis de secuenciación progresiva, como en el currículum inglés. También se podrían hacer explícitos todos los elementos e instrumentos de evaluación para mejorar las orientaciones al profesorado.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA

Tras las reflexiones suscitadas por la comparación con los currículos de los países mencionados, es evidente que el marco curricular español para la enseñanza de las ciencias en Primaria puede mejorarse, especialmente en los aspectos que, sintéticamente, se indican a continuación:

1. Inclusión en las finalidades, objetivos o competencias, referencias explícitas a:

- Aspectos lúdicos relativos a aprender ciencia de forma divertida y contemplar la ciencia recreativa como una referencia relevante.
 - Aplicación de la competencia científica para diferenciar ciencia de pseudociencia en la vida cotidiana.
 - Aprendizaje de la actuación del alumnado con normas de seguridad y prevención de riesgos en la realización de actividades experimentales.
2. Revisión de todos los contenidos, en general, por un equipo de expertos en cada una de las materias de ciencias y su didáctica, para mejorar la ciencia escolar subsanando omisiones y defectos.
 3. Redactar con una mayor sistematicidad, la secuenciación progresiva de los contenidos, a lo largo de los ciclos. Realizar con rigor, así mismo, esta organización sistemática de cada contenido dentro de cada ciclo, para que se establezca una relación coherente con el resto de elementos curriculares, especialmente con los criterios de evaluación. Y realizarlo trasladando al currículo los resultados proporcionados por la investigación educativa en enseñanza de las ciencias. Se podría ofrecer, por ejemplo, una hipótesis de progresión más explícita y sistemática sobre la secuenciación y gradación en complejidad de los contenidos.
 4. Ofrecer orientaciones explícitas en los planteamientos metodológicos relativos a la investigación escolar y al papel activo de los escolares en su aprendizaje. Describir el papel del profesor como guía en las investigaciones en grupo de los estudiantes sobre problemas generados a partir de sus experiencias, en relación con los contenidos, etc. Ofrecer herramientas y pautas de actuación que animen a los profesores a desenvolverse con soltura en las innovaciones metodológicas mencionadas.
 5. En la evaluación, se pueden mejorar las orientaciones utilizando ejemplos de los logros de aprendizaje, aclarando lo que puede ser capaz de hacer un alumno que ha aprendido en relación con los contenidos propuestos. Si esto se hace de manera exhaustiva, como en el currículo inglés, los profesores tendrán una orientación más completa. Con la hipótesis de progresión en la secuenciación de los contenidos, se podría articular dicha orientación. Además, se podrían hacer explícitos todos los tipos de instrumentos y procesos de evaluación. Como antes, no se propone que se trate de prescripciones obligatorias, sino de guías orientativas. También se podrían incluir ejemplos de evaluación de todos los elementos e instrumentos para mejorar las orientaciones al profesorado
 6. Por último, retomando las deficiencias ya detectadas en los antecedentes, aumentar el tiempo de dedicación a las Ciencias en Primaria y duplicar, al menos, ese 7% del horario, en el que nos situamos actualmente.

BIBLIOGRAFÍA

- CAÑAL, P., POZUELOS, F.J. Y TRAVÉ, G. (2005) *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12). Descripción general y fundamentos*. Sevilla: Díada.
- CRIADO, A.M. y GARCÍA-CARMONA, A. (2011a). *Investigando las máquinas y artefactos*. Sevilla: Díada.
- CRIADO, A.M. y GARCÍA-CARMONA, A. (2011b). Las experiencias prácticas para el conocimiento del medio (natural y tecnológico) en la formación inicial de maestros. *Investigación en la Escuela*, 74, 73-88.
- DEPARTMENT FOR EDUCATION AND EMPLOYMENT (1999). *Science. The National Curriculum for England*. Disponible en: <http://www.nc.uk.net>. (Último acceso: 12 febrero 2012).
- DOLAN, T.J., NICHOLS, B.H. y ZEIDLER, D.L. (2009). Using Socioscientific Issues in Primary Classrooms. *Journal of Elementary Science Education*, 21(3), 1-12.

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. Disponible en: http://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIEENDE.pdf (Último acceso: 23 octubre 2011)

EURYDICE (2006). *Science Teaching in schools in Europe. Policies and Research*. Disponible en: http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/index_en.php (Último acceso: noviembre 2011)

EURYDICE (2011).). *Science Education in Europe: National policies, Practices and Research*. Disponible en: http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf (Último acceso: 12 febrero 2012)

GARCÍA-CARMONA, A. y CRIADO, A.M. (en prensa, aceptado para su publicación). Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años. Un planteamiento desde el ámbito curricular de las máquinas. *Enseñanza de las Ciencias*.

GARCÍA-CARMONA, A., CRIADO A.M. y CAÑAL, (en prensa, aceptado para su publicación) ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales del currículo vigente (LOE). *Enseñanza de las Ciencias*.

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*. BOE núm. 173, de 20 julio.

MEC (2006). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establezcan las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. BOE núm. 293, de 8 de diciembre.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1998 5th Printing). *National Science Education Standards. National Committee on Science Education Standards and Assessment. (NSC)* Washington, DC. National Academy Press.

OSBORNE, J. y DILLON, J. (Coord.) (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: 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*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

WOODLEY, E. (2009), Practical work in school science – why is it important? *School Science for Science Education (ASE, Association for Science Education, 91(335), 49-50*. Disponible en: Http://www.ase.org.uk/blm/ssr_dec_2009_gp.pdf (Último acceso: 23 octubre 2011)

¹ Este estudio forma parte del Proyecto de Investigación EDU2009-12760, financiado por la Convocatoria de ayudas a proyectos de I+D 2009, del Ministerio de Ciencia e Innovación (España) así como del Proyecto de Excelencia P09-SEJ-5219, financiado por la Junta de Andalucía)

² Ésta, como todas las siguientes es una traducción del autor

La resolución de problemas abiertos a través de un itinerario didáctico en el río Tinto

De las Heras, M.A., Jiménez-Pérez, R., Quintero, C., Romero, R. y Lorca, A.A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Universidad de Huelva

correo: angeles.delaheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN

Con la finalidad de mejorar la formación inicial de Maestros de educación primaria, que deberán desarrollar profesionalmente las enseñanzas hacia el aprendizaje del Conocimiento del Medio, hemos pretendido, que desde la materia de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica conozcan y utilicen los recursos existentes fuera del aula, que justifican un conocimiento integrado de la naturaleza y su implicación social, capacitando en competencias propias del pensamiento científico y en la autonomía del aprendizaje. El proyecto ha ido destinado a los alumnos de 2º de Educación Primaria, con la mirada hacia el espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Se ha potenciado una metodología activa y participativa considerando como eje fundamental la integración de conocimientos.

Palabras clave

Problemas abiertos, itinerario didáctico, conocimiento del medio, formación inicial de maestro.

INTRODUCCIÓN

En muchas aulas nos seguimos encontrando con escenarios donde los estudiantes se limitan a sentarse en sus pupitres y escuchar el discurso de su maestro, como agentes inactivos de una enseñanza basada en definiciones científicas. Las temáticas tratadas y los términos especializados abruman al alumnado, y pueden llegar a desanimarse y a tomar la decisión de que lo más práctico es memorizarlas para responder a la demanda del profesorado y luego olvidarlas, estilo, derivado de la teoría conductista, correspondiente a la “zapatería tradicional” según Zubiria (1987, p.144), “*donde los contenidos son los zapatos fabricados que otros han confeccionado y que, por ende, solo pueden ser “expuestos” al estudiante*”, cuyo método expositivo genera escolares individuales y pasivos. Por este motivo muchos de los futuros profesores de educación primaria llegan a la Universidad con una visión del aprendizaje de la Ciencia nada motivador que hace que muestren un cierto rechazo. Pero, fundamentalmente, porque no llegaron a evidenciar su aplicación en la vida cotidiana, es decir, debemos plantear la ciencia en un contexto cercano para aquellos estudiantes que pretenden comprenderla; cercana en el tiempo, en el espacio y en su entendimiento.

Uno de los principales objetivos de la clase de Ciencias es aprender a plantear preguntas y, en concreto, preguntas investigables, resulta paradójico cómo en nuestras primeras inquietudes la mente actúa de inmediato generando una pregunta hacia aquello que queremos descubrir y para ello indagamos para llegar a la respuesta, ¿por qué entonces nos empeñamos en ir en otro camino, en un proceso donde se pretende que unos enseñen y que otros aprendan de una forma asequible y atractiva para la mente humana? Este proceso que nos lleva a la construcción del conocimiento científico escolar, hace

que estas preguntas generadas por el alumnado se encuentren orientadas a la descripción de un fenómeno, la explicación causal, la comprobación, la generalización y la predicción, gestión o evaluación del hecho planteado (Sanmartí y Márquez, 2011; Criado y García, 2011).

“La ciencia escolar, necesita cambios significativos; cambios que deben ir encaminados no sólo a cómo abordar la enseñanza de las ciencias, sino también a qué ciencia enseñar, que debe orientarse hacia el fin deseado de promover una ciudadanía científicamente culta” (Lemke, 2006, p.5). Para llegar a conseguir estos fines debemos empezar por la raíz del problema, que en muchos casos se encuentra en los propios docentes. Debemos de promover una educación científica que enseñe a pensar, a hacer, a hablar, a relacionarse con el medio que les une...Es por ello que en la formación inicial, en asignaturas como Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica, que se imparten a futuros maestros, se dedica un tiempo importante a la planificación e implementación de experiencias prácticas cercanas al entorno del alumnado en un proceso dinámico y cooperativo. De esta forma vivirán en primera persona aquello que luego deberán utilizar con sus futuros alumnos, basado en un modelo de aprendizaje eficaz y significativo (De las Heras y Jiménez, 2011; Criado y García, 2011).

En su trabajo Pro (2011), pone de manifiesto como en un ámbito tan vivo como la Didáctica de las Ciencias, es complicado ponerse de acuerdo, pero nos hace ver como poco a poco se está consiguiendo llegar a algunos puntos en común: la importancia de la alfabetización científica, descrita como una necesidad y no un lujo en las clases de ciencias, o cómo la ciencia necesaria para “los ciudadanos de a pie” parece menos disciplinar y más ligada a los problemas actuales (más contextualizada y actualizada) o cómo la ciencia se ha creado a partir de interrogantes y no al revés o la relevancia de los procedimientos para construir los conocimientos, el cómo pensar y actuar que lleva asociada, ...y un largo etc.

Todas estas premisas que hemos comentado en la didáctica de las ciencias giran en torno a un término mucho más amplio, como es la resolución de problemas. Bajo este título genérico de resolución de problemas se esconden en la enseñanza de las ciencias una gran variedad de tareas, algunas de ellas las hemos mencionado con anterioridad, otras son en base al uso de una metodología apropiada, la fijación de unos objetivos para la enseñanza de la resolución de unos problemas, qué tipo de problemas enseñar en función de las características propias de nuestro alumnado o la forma en que vamos a evaluar sus resultados.

Si nos paramos a pensar que es un problema científico podríamos definirlo según Bunge (1983) así: *“Un problema es toda dificultad que no puede superarse automáticamente sino que requiere la puesta en marcha de actividades orientadas a su resolución. El problema se considera científico cuando debe utilizar teorías o conceptos de la ciencia y se estudia mediante métodos científicos con el objetivo primario de incrementar los conocimientos”*. Los problemas planteados en las clases de ciencias que se proponen desde la investigación y la innovación podrían encuadrarse dentro de estas mismas características, pero sin olvidar la distinción entre problema científico, problema escolar y problema cotidiano. Dentro del planteamiento del problema, tenemos diferentes variables que nos llevarán al éxito o al fracaso. Pueden darse infinidad de situaciones a las que enfrentarnos a la hora de resolver un problema desde las más simples a las más complejas, desde la comprensión del enunciado a la aplicación de conocimientos o al proceso de resolución (García, 2006). Pero todo este planteamiento es necesario para poder llegar a entenderlo, ya que *“un conocimiento se aprende cuando el que lo aprende lo comprende, lo utiliza y le ve utilidad cuando lo utiliza”* (Pro, 2011).

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Contexto

En este trabajo planteamos como ejemplo la forma de llevar a cabo una metodología de resolución de problemas en contexto, en ambiente cercano y de gran actualidad, como es la caracterización del río Tinto mediante el diseño de un itinerario didáctico.

Nos vamos a centrar en el río Tinto en cuanto es un contexto idóneo para desarrollar el itinerario. Es un río con ciertas singularidades tanto desde el punto de vista físico-químico como de las características biológicas y de su trayectoria histórica vinculada al yacimiento minero.

Para ello y, teniendo en cuenta estas premisas, los ámbitos de estudio a considerar son el paisaje como término globalizado de sus aspectos biológicos (fauna y flora), geológicos (rocas y suelo), físicos (los molinos de su rivera) químicos (el agua del río) y que permite, en su caso, ligarlo a otros aspectos sociales a través de la utilidad del agua y su origen o las construcciones y lugares en el propio recorrido del río.

Situamos esta experiencia como planteamiento de un itinerario didáctico con un antes, un durante y un después, en su desarrollo.

Propuesta de diseño

El diseño de un itinerario didáctico conlleva una serie de consideraciones a tener en cuenta, tales como la participación de los alumnos en el planteamiento de los problemas a resolver, las actividades entendidas como resolución de la situación problemática, la observación como la capacidad a trabajar y el diseño, en sí mismo, como el proyecto de investigación de alumnos y profesor y, de acuerdo con Ramírez y otros (2002) donde se integren los distintos elementos del medio ambiente y sus interacciones.

En la figura 1 se plantea el diseño de esta experiencia, que se desarrolla a través de cinco etapas. Las dos primeras, propuesta y reformulación de problemas y cuestiones, y selección y agrupación de estos, forman parte de las actividades previas a la salida; la tercera etapa consistente en el trabajo de campo para buscar y obtener información que de respuestas a los problemas y, finalmente en el aula, la cuarta y quinta, de estructuración y elaboración de informes que recojan todo el proceso y los nuevos problemas surgidos.

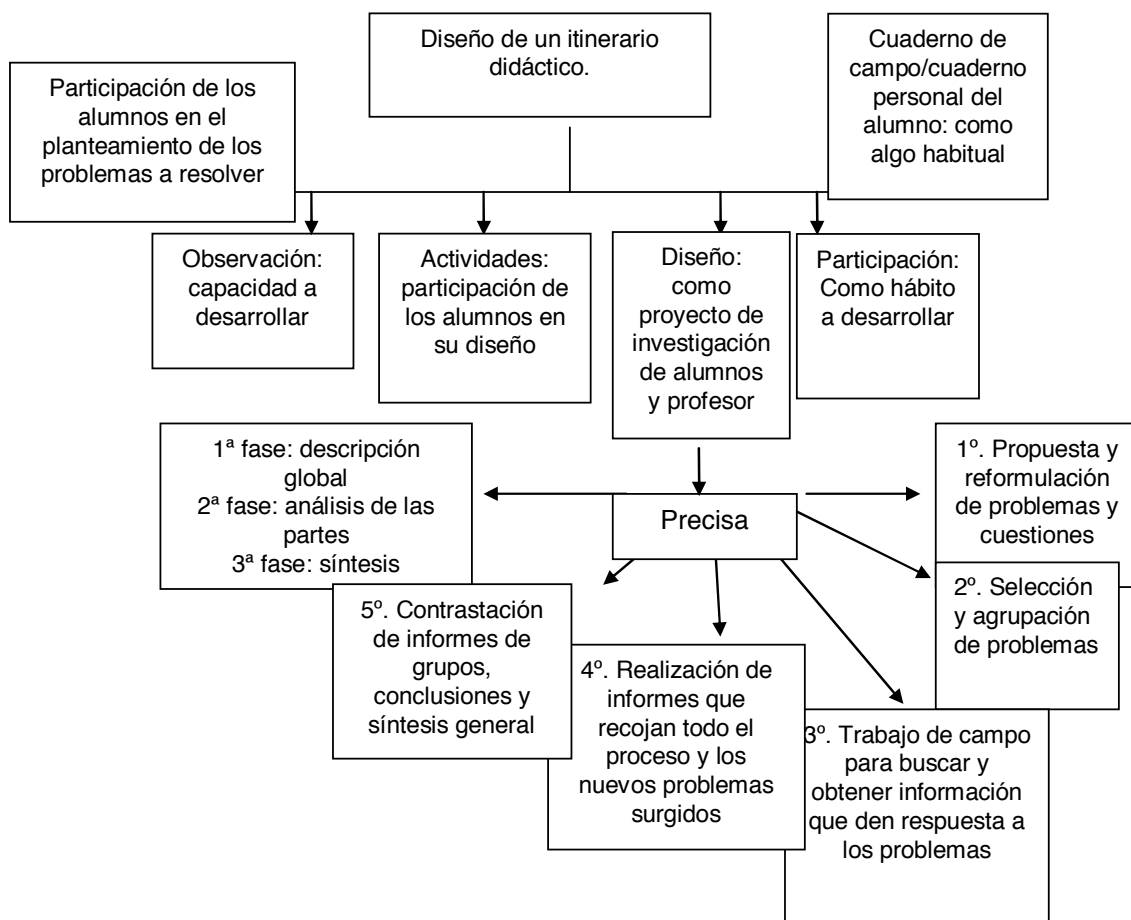


Figura 1. Esquema de diseño del itinerario

1ª etapa: Propuesta y reformulación de problemas y cuestiones. En esta primera etapa se divide al alumnado en grupos, teniendo uno de ellos mayor número de componentes, que actúa como “Grupo coordinador” quien, junto con los profesores, serán los que supervisen toda la actividad, desde el lugar al que ir, hasta los problemas y proposiciones a resolver para el resto de los grupos. Estos problemas se han planteado en torno a siete campos de estudio:

a) La orientación/ localización; b) la fauna; c) la flora; d) los molinos; e) el suelo; f) el agua; g) contexto social.

2º Etapa: Selección y agrupación de problemas. Del conjunto de los problemas planteados por los alumnos, el grupo coordinador con ayuda del profesor elaboran un listado final de los problemas a trabajar. Durante esta sesión, además, los coordinadores dan una información de aspectos puntuales para la correcta realización de cada problemática

3º Etapa: Trabajo de campo. Esta etapa contiene una primera fase de búsqueda de información y la salida, propiamente dicha como segunda fase, donde se complementa con la información in situ. En este punto, el grupo coordinador se ha de encargar de apoyar al resto de los grupos en las actividades a realizar y, a su vez, recogiendo información audiovisual.

4º Etapa: Realización de informes que recojan todo el proceso y los nuevos problemas surgidos. Después de la salida, cada grupo realizará, el análisis de los datos obtenidos, búsqueda de la información correspondiente a sus problemas de trabajo, así como su parte del informe final.

5º Etapa: Contrastan los informes de grupos, conclusiones y síntesis generales. Como actividad de síntesis, se realizará en clase la comunicación de los resultados, por parte del Grupo coordinador y se realizará una exposición en el aula del informe resultante y la experiencia realizada.

En la figura 2 se recoge un ejemplo del proceso, explicitando algunos de los problemas de investigación planteados, como ejes de la actividad.



Figura 2. Ejemplificación de los ámbitos de estudio y de los problemas de investigación.

REFLEXIONES FINALES

Teniendo en cuenta que esta ha sido una experiencia de innovación, ha existido un amplio consenso entre los estudiantes participantes en la necesidad de impregnar el desarrollo del currículo con actividades de esta naturaleza. Podemos decir en este

sentido, que la realización ha satisfecho los presupuestos iniciales establecidos, destacando a continuación algunos de sus aspectos.

El desarrollo de este tipo de experiencias parece aumentar la motivación del alumnado, según las actitudes y el interés observados, hacia el aprendizaje de la ciencia en su contexto. Crece este interés en el momento que se le da sentido a la ciencia que se estudia, haciendo posible el acercamiento entre los problemas cotidianos y el currículum.

Esta experiencia ha sido un ejemplo claro de qué se puede trabajar y qué actividades se pueden plantear en un paisaje cuyos elementos tienen una organización, como consecuencia de la interacción entre los mismos, para constituir el medio como un sistema en evolución. De todo ello se derivan las parcelas estudiadas: *localización, ambiente sonoro, olor ambiental, el río, el suelo, los molinos, así como la flora y fauna del lugar.*

Trasladar a la práctica estos planteamientos es la parte más difícil pero pensamos que ha dado resultados positivos, partiendo del supuesto paradigmático de aprendizaje constructivista y tratando de llevar a cabo la idea de participación profesor-alumnos y alumno-alumno, tanto en las actividades y tareas iniciales como en las de desarrollo y síntesis. Desde este punto de vista, la socialización del aprendizaje ha pretendido un mayor flujo de información entre los participantes del grupo aunque esto no se ha conseguido plenamente, necesitando habilitar estrategias para su mejora.

La necesidad de dar un paso más hacia la investigación y evaluar desde este punto de vista los resultados de aprendizaje, implicará mejorar las estrategias de la resolución de problemas en contexto. A su vez, sería necesario indagar en el desarrollo de las capacidades adquiridas mediante la transferencia de conocimientos en otros ámbitos. En este sentido, como plantea Blanco (2012), las subcompetencias o capacidades concretas que se pretenden trabajar van a depender muy directamente de la naturaleza del problema escogido y de la secuencia de actividades establecidas.

Como perspectivas futuras para otro itinerario, debería buscarse un lugar que cumpliera con los condicionantes del que hemos usado, pero agregándole otros elementos que nos sirvan de contraste y reflexión en las justificaciones a los problemas planteados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCO, A., ESPAÑA, E. Y RODRÍGUEZ MORA, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique* 70, 9-18.

BUNGE, M. (1983): *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.

CRIADO, A. y GARCIA, 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.

DE LAS HERAS, M. y JIMÉNEZ, R. (2011). Experiencias Investigadoras para el estudio de los seres vivos en primaria. *Investigación en la escuela* 74, 35-44.

DE PRO, A. (2011). Hacia la Competencia Científica. *Alambique* 70, 5-8.

GARCIA, R. y OÑORBE, A. (2006). Resolución de problemas. *Alambique* 48, 42-49.

LEMKE, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias* 24(1), 5-12.

RAMÍREZ, D., TEJERA, C. y MARRERO, J.J. (2002). Experiencia de campo en el malpaís de Güimar: un recurso didáctico en el área de Ciencias de la Naturaleza. En: N. Elortegui. *Relación Secundaria Universidad*. XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 790-797.

SANMARTÍ, N. y MÁRQUEZ, C. (2011). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique* 70, 27-36.

ZUBIRIA, J. y M. de (1987). "Conocimientos/instrumentos cognitivos", Fundamentos de Pedagogía Conceptual. *Una propuesta curricular para la enseñanza de las Ciencias Sociales para pensar*. Bogotá: Plaza & Janés.

Influencia de los procesos metacognitivos, afectivos y sociales en el aprendizaje de las reacciones químicas en alumnos de tercer ciclo, en Portugal

Encarnação, C.M¹., Jiménez-Pérez², R., Mellado³, V. y Vázquez-Bernal², B.

(1)*Escola Básica João da Rosa. Olhão (Portugal)*

(2)*Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Huelva (España)*

(3)*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura (España)*

Correo: cristiana.maria@sapo.pt

RESUMEN

Esta investigación forma parte de una tesis doctoral que trata de comprender el aprendizaje, más allá de la dimensión cognitiva, incluyendo aspectos metacognitivos, afectivos y sociales. Tiene como fundamentos la teoría socio cognitiva de Bandura (1986). Se pretende, de este modo, dar respuesta a algunas cuestiones que se plantean como ¿cuál es la influencia de los procesos metacognitivos, afectivos y sociales en el aprendizaje en ciencia de los alumnos? En este estudio participan alumnos de tercer ciclo de enseñanza básica (13-14 años) en Portugal con el contenido de las reacciones químicas en la disciplina de Ciencias Físico-Químicas. Esperamos obtener datos que nos permitan clarificar algunas dimensiones que intervienen en el aprendizaje de las ciencias y trabajarlo, en el aula, de forma más expresa para conseguir capacidades acordes con el pensamiento científico.

Palabras clave: procesos metacognitivos, procesos afectivos, procesos sociales, aprendizaje, reacciones químicas

INTRODUCCIÓN

La sociedad se transforma a un ritmo acelerado, y en este torbellino de cambios constantes, se encuentra la escuela y la forma en que alumnos, padres, profesores y comunidades, lo afrontan. En la escuela que los alumnos descubren y la forma en que los mismos afrontan su proyecto de vida, urge una reflexión sobre la influencia de los factores conducentes a la motivación necesaria que implique a los alumnos a trazar y cumplir objetivos definidos.

La investigación se centra en la comprensión de los procesos **metacognitivos, afectivos** y **sociales** inmersos en el proceso de enseñanza/aprendizaje del contenido de las reacciones químicas, en la disciplina de Ciencias Físico-Químicas. En este trabajo se presenta un proyecto de tesis doctoral del que se tienen algunos resultados aún no analizados a la fecha actual, siendo intención de esta investigación seguir la trayectoria académica de este grupo de alumnos durante dos cursos consecutivos.

Hemos procurado comprender los procesos involucrados en el aprendizaje, la autorregulación del aprendizaje en su complejidad, para configurarse como un constructo que acoja factores como la autoeficacia, estrategias autorregulatorias y ambientes de aprendizaje, entre otros, que conduzcan hacia la necesaria motivación y como consecuencia al aprendizaje. Sin una visión integral de las condiciones de aprendizaje, relativamente a su contexto, ambiente de aprendizaje y afectividad, es difícil orientar a los alumnos para conseguir los objetivos educativos que pretendemos.

Lo estudio de los procesos metacognitivos, afectivos e sociales, conllevan al estudio de esos dos constructos que se relacionan entre sí y que sostienen de forma efectiva a los procesos enunciados, la autorregulación y la autoeficacia.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En la práctica educativa, el rendimiento escolar de los alumnos 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 inadecuación de los diferentes métodos de enseñanza. De esta forma, muchos profesores son conscientes del rendimiento de sus alumnos, pero no siempre tienen claro los diversos factores que influyen en éste (Inglez de Souza y Brito, 2008). Existe el conocimiento de que los alumnos, en la medida que avanzan en sus estudios, el interés por seguir una carrera científica decrece. Por otra parte, la imagen que los alumnos tienen de las ciencias y del aprendizaje de las ciencias se construye a lo largo de los primeros años del aprendizaje en esta área.

La actitud emocionalmente despreciativa hacia las disciplinas de ciencias se atribuye a que la ciencia escolar va creando un “lastre” en el pensamiento de los estudiantes con el paso del tiempo, siendo descrita por ellos, como autoritaria y aburrida, difícil o irrelevante para la vida diaria (Vázquez y Manassero, 2008 citado por Brígido *et al.*, 2009). Se ha prestado una mayor atención al estudio de los factores afectivos que intervienen en el aprendizaje, porque se cree que estos ejercen un papel en la motivación, en el rendimiento académico y en su futura carrera profesional (Inglez de Souza y Brito, 2008, Garritz, 2010). En particular, se ha hecho hincapié en que las emociones tienen una influencia considerable sobre lo que sucede en el aula de ciencias, y en el éxito del aprendizaje de los estudiantes en la ciencia (Zembylas, 2005).

El aprendizaje incluye además de la dimensión cognitiva, la metacognitiva, la afectiva y la social. Estas dimensiones no se consideran de forma estanca, donde no es posible desarrollar la cognición sin trabajar la afectividad, o sin comprender el entorno y los agentes donde todo el proceso se desarrolla.

Siendo el contenido de las reacciones químicas, estructurante en la enseñanza de la química, es pertinente identificar todas las limitaciones implicadas en la enseñanza y en el aprendizaje de este contenido. Flor y Garritz (2006) exponen la importancia de dicho contenido en la estructura curricular y de qué modo éste se encuentra entre aquellos más importantes en la enseñanza de la química. Profesores e investigadores en la innovación curricular, establecen regularmente los objetivos y toman decisiones que procuran mejorar las actitudes de los estudiantes en relación con las cuestiones de la química (Bauer, 2008).

Preguntas como, por qué algunos estudiantes tienen un desarrollo excelente en su nivel académico, mientras que otros luchan para pasar de curso o cuál es la causa para que un alumno “disfrute” de los contenidos seleccionados, mientras que existen alumnos que

por más que se diversifiquen las tareas, estrategias y propuestas, nunca les motivan estos contenidos. Según Zusho y Pintrich (2003) para responder a estas cuestiones, no se puede ignorar un factor crucial en el proceso de aprendizaje como es la motivación. Para los autores anteriores, el cambio de las concepciones sobre ciertos contenidos no puede basarse, exclusivamente, en argumentos lógicos. La transformación de los propios conceptos de los alumnos está determinada por cuestiones muy diversas, entre otras las de sus propias concepciones acerca de la naturaleza de las ciencias.

La dimensión metacognitiva, frecuentemente considerada como aquella que presta atención a la mejora de los procesos de aprendizaje de los alumnos y, consecuentemente, a la mejoría en los resultados escolares, impulsa la necesidad de reconocer una cercanía a veces inseparable entre los procesos cognitivos y metacognitivos (Thomas *et al.*, 2008).

La dimensión afectiva del aprendizaje es fundamental, pues las emociones impregnan todo tipo de interacción humana. No existe duda de que los aspectos afectivos son cruciales para que los estudiantes aprendan (Garritz, 2009).

Algunos trabajos desarrollados en psicología están de acuerdo con la idea de que la mente humana funciona en base a pequeñas limitaciones cognitivas, que guían el aprendizaje en dominios específicos Sebastià, 1989; Siegler y Rowley, 1994; Wellman y Gelman, 1998, *citados por* Talanquer (2010). Estas limitaciones se refieren a los elementos de un sistema del conocimiento que pueden guiar y facilitar el proceso cognitivo o restringir su alcance. La identificación de estas limitaciones cognitivas proporcionan una herramienta útil, que los educadores pueden usar para comprender mejor a los alumnos y prever muchas de sus dificultades (Talanquer, op. cit.).

La escuela y el aula son por definición ambientes sociales, comprendiendo éstos las relaciones que en ellas se desarrollan, es decir, la dimensión social del aprendizaje. Dentro de la singularidad del aula, los alumnos establecen interacciones y construyen relaciones sociales con sus profesores, sus amigos y con los compañeros de clase (Urban y Schoenfelder, 2006). En la escuela y en el aula, los alumnos buscan tanto los sentimientos de competencia como los de pertenencia. La variedad de las respuestas de los alumnos, su sensibilidad hacia el contexto y la naturaleza específica de la tarea, puede explicarse suponiendo que la aparición de estas limitaciones cognitivas es altamente dependiente de los juicios sobre la tarea, la disponibilidad cognitiva y los eventos o experiencias recientes (Talanquer, 2010).

Según Figueira (2006), el aprendizaje incide en dos aspectos importantes, enseñar hechos que nos llevan a los contenidos y enseñar cómo se aprende, lo que nos conduce hacia las estrategias. La autorregulación es un proceso complejo que implica a la cognición y a la metacognición, a la afectividad y al control de la acción voluntaria, para que los objetivos personales se logren (Efklides, 2009).

La capacidad para la autorregulación puede adquirirse a través de la formación en estrategias, que incluyen la adquisición/ el desarrollo de las componentes cognitiva, metacognitiva, emocional y social. La componente motivacional se encuentra interiorizada cuando los alumnos son capaces de demostrar una alta autoeficacia e interés intrínseco en la tarea, poniéndose de relieve un esfuerzo extraordinario y persistencia durante el aprendizaje.

Dentro de los diversos modelos para la autorregulación del aprendizaje, esta investigación sigue el modelo que se basa en la premisa básica de que los alumnos pueden regular de forma activa, su cognición, motivación y comportamiento y, a través

de estos diversos procesos autorreguladores, lograr sus objetivos, mejorando su rendimiento académico (Zimmerman, 1998).

Considerando el marco teórico socio cognitivo y de acuerdo con Zimmerman y Martínez-Pons (1990), la construcción de la autorregulación del aprendizaje está estrechamente vinculada a pensamientos, sentimientos y acciones creadas por los propios alumnos y, de una forma sistemática, dirigidos para la ejecución de sus objetivos programados. Por tal motivo, los alumnos deben recurrir al uso contante de estrategias cognitivas, metacognitivas, motivadoras y comportamentales (Schunk, 1994; Zimmerman, 2000).

En el campo de las estrategias, la autorregulación del aprendizaje ha sido utilizada para conocer y describir el nivel con que los estudiantes logran la gestión de sus recursos internos y externos, con el fin de lograr las metas deseadas (Zimmerman, 1989; Zusho *et al.*, 2003).

Con fuertes creencias de autoeficacia, el esfuerzo está presente desde el inicio y a lo largo de todo el proceso, de forma persistente, igual ocurre con las dificultades y contratiempos que se producen. Las creencias sobre la autoeficacia figuran entre los factores que componen el mecanismo psicológico de la motivación de los alumnos. Estas creencias sobre autoeficacia son “*un juicio de las propias capacidades para ejecutar cursos de acción requeridos para alcanzar cierto grado de rendimiento*” (Bandura, 1986, p.391).

PROBLEMA E HIPÓTESIS

Según el marco expuesto anteriormente, formulamos el problema principal y las consecuentes cuestiones de investigación, presentándose las respectivas hipótesis:

Problema principal ¿Cuál es la influencia de los procesos *metacognitivos, afectivos y sociales* en el aprendizaje de las ciencias, en particular en el aprendizaje de las reacciones químicas de los alumnos de Enseñanza Básica?

1.-¿Cuál es la contribución del estudio de estos procesos en el hecho educativo?

Hipótesis: Además de los procesos cognitivos, hay otros, como son los metacognitivos, los sociales y los afectivos, que están asociados de forma significativa a las competencias académicas y la utilización de estrategias de la autorregulación del aprendizaje.

2.-¿Cuál es la relación entre la autoeficacia y los procesos autorreguladores de los alumnos?

Hipótesis: Los estudiantes que están internamente regulados llegan a resultados más positivos en la escuela, así como a niveles de compromiso más altos (cognitivo y emocional), mayor orientación hacia las tareas y mayor rendimiento académico. En cuanto a la percepción de sí mismo como alumno, en relación con la competencia percibida, la literatura sugiere, recurrentemente, que la autoeficacia académica de los alumnos es una variable que predice el nivel de capacitación para el aprendizaje. Los estudiantes caracterizados como alumnos emprendedores, tendrán mayores niveles de autoeficacia.

3.-¿Cómo estos procesos pueden ser regulados por el contexto?

Hipótesis: Las relaciones dentro del aula son complejas. El discurso del profesor, la selección de las tareas así como el clima de aula que favorezca un soporte social, son elementos que pueden facilitar una actitud positiva de los alumnos

4.-¿Cómo entendemos la afectividad de los alumnos, y su relación con lo cognitivo? ¿Cuáles son las relaciones, origen y consecuencias de su entendimiento?

Hipótesis: La atribución de éxito o fracaso en el uso de estrategias autorregulatorias, están asociada a las emociones positivas, mientras que los resultados escolares atribuidos a capacidades cognitivas están asociados a emociones negativas

METODOLOGÍA

El diseño de la investigación y plan de trabajo contienen el problema, las cuestiones de investigación y las hipótesis formuladas. Igualmente se exponen las variables de estudio, la muestra, los procedimientos y los instrumentos de recogida de datos.

La investigación se realiza en un contexto natural de práctica docente, colaborando en este estudio alumnos de tercer ciclo (13-14 años) de enseñanza básica portuguesa, en el ámbito de la disciplina de Ciencias Físico-Químicas y en relación al contenido de reacciones químicas, en una escuela de segundo y tercer ciclo. Es intención de esta investigación seguir el camino académico de este grupo de alumnos en los cursos 2010 / 11 (ya pasado) y el actual 2011 / 12, comprendiendo la primera y segunda fase del estudio respectivamente. En el curso 2010 / 11, el contenido de “las reacciones químicas” está integrado en la unidad didáctica con el mismo nombre. En el siguiente de 2011 / 12 está integrado en la unidad de “clasificación de materiales”, de acuerdo con la orientadores curriculares en los documentos reguladores de la enseñanza en Portugal.

En la transición del nivel paradigmático al metodológico, con la preocupación de un establecimiento de correspondencia directa entre paradigma / orientación metodológica. Por un lado, esta investigación se incluye en un paradigma positivista, por su orientación en el tratamiento estadístico cuantitativo de los datos obtenidos mediante el cuestionario como instrumento de medida. Por otro lado, dada la pluralidad de metodologías de investigación –cuantitativa *versus* cualitativa- para tratar los problemas educativos, es justificable por la complejidad de los fenómenos en educación, por lo que trataremos de describirlos, comprenderlos e identificarlos con rigor, por lo que también se encuadra en un paradigma interpretativo. Desarrollándose, de este modo, una metodología cualitativa etnográfica de cuño interpretativo, tratando de conocer, de forma pormenorizada, el camino desarrollado por los alumnos en el ámbito del aprendizaje del contenido de las reacciones químicas y en la contribución de ese camino hacia la comprensión de los procesos metacognitivos, afectivos y sociales desarrollados en el proceso de enseñanza / aprendizaje. El enfoque etnográfico trata de describir un grupo social en profundidad, en su entorno social y pretende comprenderlo desde el punto de vista de quien está implicado en él (Latorre *et al*, 1996).

Primera fase de estudio

Participan en esta fase, alumnos de cuatro clases del 8.º año de enseñanza básica. En la figura 1, se presentan los instrumentos y las variables de estudio.

- Cuestionario adaptado de Thomas *et al.* (2008) - *Development of an Instrument Designed to Investigate Elements of Science Students' Metacognition, Self-Efficacy and Learning Processes: The SEMLI-S*. El constructo metacognitivo se considera en relación con otros aspectos relevantes de la teoría de aprendizaje, con el fin de ser objeto de investigación en el aula. Éste consta de cinco escalas, reflejando cada una de ellas una dimensión orientada hacia la auto percepción metacognitiva de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias.



Figura 1. Instrumentos / variables del estudio (1ª etapa)

- Cuestionario adaptado de Bauer (2008) - *Attitude toward the Subject of Chemistry Inventory (ASCI)*. El cuestionario presenta un formato de diferencial semántico, donde los alumnos se posicionan en una escala de siete puntos entre dos adjetivos polares, en referencia a como se sienten sobre el tema “actitud en química”, actitud como una tendencia a acercarse o evitarlo, para reaccionar positiva o negativamente. La utilización de una escala de diferencial semántico se basa en la suposición de que el significado de algo tiene distinciones sutiles y difíciles de ser descrito de manera diferente.

– Grabación de audio / vídeo de aula, registro del investigador, fotos, documentos producidos por los alumnos, tratando de inferir información de los documentos recogidos sobre las relaciones personales, sociales y de comportamiento. La grabación de audio / vídeo será analizada con el estudio de episodios de aula, referido a los objetivos, el evento desencadenante y el conocimiento de la acción.

Segunda fase de estudio

Participan en esta fase (figura 2) los mismos estudiantes, que han pasado al 9.º año, los estudiantes que fueron retenidos en el 8.º año, y la profesora.

– Las entrevistas a los alumnos comprenden distintos bloques, en los que se presentan situaciones de aprendizaje, con el objetivo de incluir los contextos, como, estrategias que ayudan a los estudiantes a mejorar su autorregulación; estrategias que mejoran el rendimiento; estrategias que optimizan el entorno directo de aprendizaje; caracterización del ambiente general y particular de los episodios de aula, en cuanto a los sentimientos de autoeficacia y emociones declaradas.

– Replicación del mismo cuestionario, *Attitude toward the Subject of Chemistry Inventory (ASCI)* (adaptado), Bauer (2008). La escala de diferencial semántico es propicia para comparar actitudes, en este caso al mismo tiempo del contenido, en los dos cursos, objetivo del estudio.

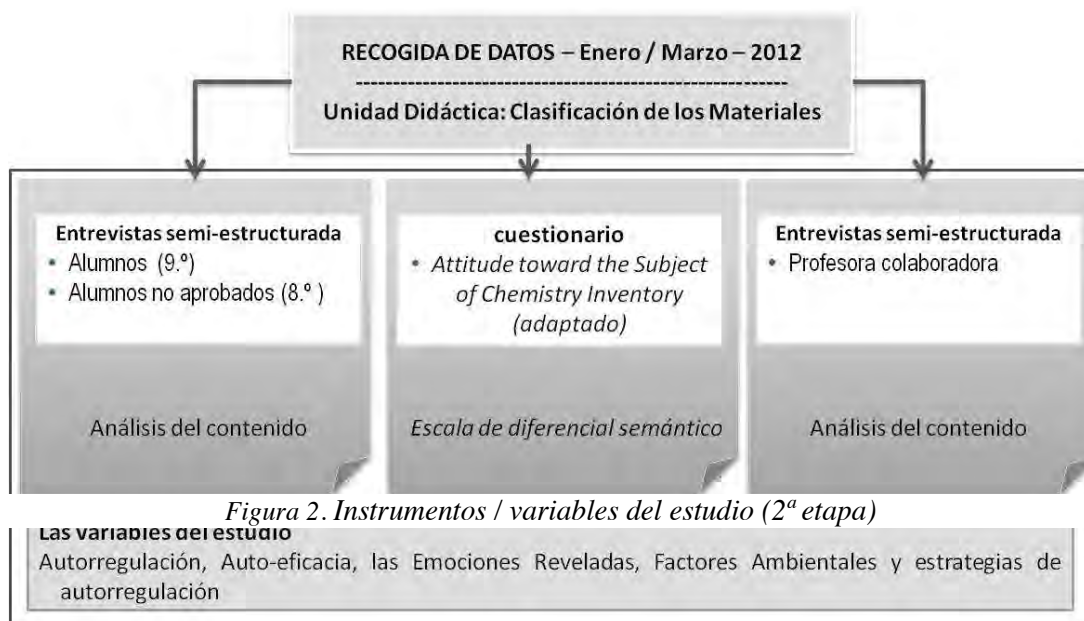


Figura 2. Instrumentos / variables del estudio (2ª etapa)

Figura 2. Instrumentos / variables del estudio (2ª etapa)

- Entrevista a la profesora colaboradora, teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través de los diversos instrumentos y hecha la triangulación de los mismos. Pues pensamos que su reflexión es una valiosa contribución en la comprensión de todo el proceso y de los elementos involucrados.

REFLEXIONES FINALES

Se ha procurado fomentar la discusión en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las reacciones químicas, en los primeros años de escolaridad con vista al desarrollo y profundización del conocimiento de las limitaciones en el aprendizaje de este contenido. De ahí la necesidad de realizar esta investigación, en la que estamos obteniendo los primeros resultados.

Es importante que los profesores puedan evaluar el tipo de autorregulación que los estudiantes presentan, a fin de intervenir adecuada y en tiempo en las disfunciones que puedan surgir. El conocimiento de la autoeficacia percibida y la declaración de las emociones que muestran los estudiantes, permiten enseñar y modelar la utilización de estrategias en el aula, teniendo siempre como objetivo principal la capacidad de los estudiantes.

El conocimiento de estas implicaciones y limitaciones, permitirá tener indicadores para que se pueda reorganizar el contenido de las reacciones químicas, construyendo nuevas situaciones didáctico-pedagógicas, que merezcan ser implementadas y que tengan en cuenta las dimensiones del aprendizaje aquí referenciadas. Es esencial que los profesores transmitan a sus alumnos la idea de que la química es en verdad una ciencia comprensible, y que además pueden aumentar el conocimiento y las habilidades de sus estudiantes con el uso de estrategias específicas. También es vital que los profesores de

química promuevan esfuerzos sobre el valor de la tarea en términos pedagógicos, para mostrar la pertinencia del aprendizaje y la utilidad de la química para la vida cotidiana (Zusho y Pintrich, 2003).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall, Inc..
- Bauer, C. F. (2008). Attitude towards Chemistry: A Semantic Differential Instrument for Assessing Curriculum Impacts. *Journal of Chemical Education*, 85, (10), 1440-1445.
- Brígido, M.; Caballero, A.; Núñez, C.C.; Mellado, V. y Bermejo, M.L. (2009). Las emociones en ciencias de Maestro de Educación Primaria en Prácticas. *Campo Abierto*, 28 (2), 157-177.
- Efklikes, A. (2009). The new look in metacognition: From individual to social, from cognitive to affective. In C. B. Larson (Eds.), *Metacognition: New research developments* (pp. 137-151). New York: Nova Science
- Figueiredo, F. (2008). Como ajudar os alunos a estudar e a pensar? Auto-regulação da aprendizagem. *Revista Millenium*, 34, 233-258. Aceso el 20 de Octubre, 2012, en: <http://www.ipv.pt/millenium/millenium34/18.pdf>.
- Flor, R. y Garritz, A. (2006). Conocimiento Pedagógico del Concepto de “Reacción química” en Profesores Universitarios Mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1175-1205.
- Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de la ciencia. *Educación Química*, 20[ext], 212-219.
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación Química*, 21 (1), 2-15.
- Inglez de Souza, L. F. N. y Brito, M. R. F. (2008). Crenças de autoeficácia, autoconceito e desempenho em matemática. *Estudos de Psicologia*, 25 (2), 193-201.
- Latorre, A.; Del Rincón, D. y Arnal, J. (1996). *Bases Metodológicas de la Investigación Educativa*. Barcelona: Hurtado Ediciones.
- Schunk, D. H. (1994). Self-regulation of self-efficacy and attributions in academic settings. In D. H. Schunk y B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications* (pp. 75-99). Hillsdale: Erlbaum.
- Talanquer, V. (2010). On Cognitive Constraints and Learning Progressions: The case of structure of matter. *International Journal of Science Education*, 31(15), 2123-2136.
- Thomas, G.; Anderson, D. y Nashon, S. (2008). Development of an Instrument Designed to Investigate Elements of Science Students' Metacognition, Self-Efficacy and Learning Processes: The SEMLI-S. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1701-1724.
- Urban, T. y Schoenfelder E. (2006). Classroom effects on student motivation: goal structure, social relationship, and competence beliefs. *Journal of School Psychology*, 44, 331-349.

Zembylas, M. (2005). Three perspectives on linking the cognitive and the emotional in science learning: Conceptual change, socio-constructivism and poststructuralism. *Studies in Science Education*, 41(1), 91-115.

Zimmerman, B. J. (1998). Academic studying and the development of personal skill: A self-regulatory perspective. *Educational Psychologist*, 33(2/3), 73-86.

Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *In Journal of educational psychology*, 81(3), 329-339.

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation. A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. Pintrich y M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). San Diego: Academic Press.

Zimmerman, B. J. y Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: Relating grade, sex, and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 51-59.

Zusho, A. y Pintrich, P. R. (2003). Skill and Will: The role of motivation and cognition in the learning of college Chemistry. *Internacional Journal of Science Education*, 25(9), 1081-1094.

Concepciones previas de estudiantes de 3º de E.S.O. sobre la salud bucal y el deterioro de los dientesⁱ

Franco-Mariscal, A. J.¹ y Blanco-López, A.²

¹*I.E.S. Juan Ramón Jiménez. Málaga.* ²*Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga.*
ablancol@uma.es

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio de las ideas previas que manifiestan alumnos de 3º de ESO sobre la salud bucal y el deterioro de los dientes, realizado en el marco de una investigación que pretende utilizar este tema como contexto para el desarrollo de las competencias básicas desde la enseñanza de las ciencias. El elevado porcentaje de estudiantes, un 70%, que afirma haber tenido caries pone de manifiesto la pertinencia y relevancia de este problema. Se han encontrado diferencias entre las respuestas dadas en función del sexo, siendo las chicas las que ofrecen explicaciones más completas y utilizan una terminología más precisa. Una de las implicaciones didácticas que se plantean, a partir de los resultados obtenidos, es la necesidad de hacer conscientes a los alumnos de la relación existente entre consumo de alcohol y caries.

Palabras clave

Secundaria Obligatoria, competencias básicas, ideas previas, salud bucal, caries.

INTRODUCCIÓN

La utilización de contextos de la vida cotidiana en la enseñanza de las ciencias, entendida como uno de los factores que pueden mejorar el interés de los estudiantes por el aprendizaje de esta materia y el posible cambio de actitudes hacia las ciencias, se ha situado en el centro de atención con la introducción de las competencias básicas en los currículos de la educación obligatoria y en el programa de evaluación PISA (Blanco, España y Rodríguez, 2012).

En este sentido, estamos estudiando estos aspectos en un Proyecto de Investigación que se está desarrollando en la Universidad de Málaga (Blanco, España y González, 2010). Se están elaborando unidades didácticas para el 3º ciclo de la Educación Primaria y para la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria en las que diferentes problemas de la vida diaria, de interés para el alumnado, se utilizan como contexto para el desarrollo de las competencias básicas desde la enseñanza de las ciencias y de la tecnología.

Una de dichas propuestas pretende tratar el tema de la salud bucal y el deterioro de los dientes, al tratarse de un problema de salud comunitaria que preocupa a los adolescentes y a la sociedad en general. Se trata de un problema real en un contexto real que afecta al alumno de forma individual o a sus familiares y amigos, como se puede comprobar a partir de los datos que exponemos seguidamente.

Según el informe más reciente de la Encuesta de Salud Oral en España, realizada en 2005 por el Consejo General de Colegios de Dentistas de España (Bravo *et al.*, 2006), la salud bucodental de los niños españoles necesita mejorar. De esta forma, aproximadamente uno de cada tres niños de 5 y 6 años tienen o han tenido caries en dientes temporales, una frecuencia que se mantiene constante desde 1993 hasta 2005. En lo referente a los jóvenes de 12 años (1º de ESO), la presencia de caries en los dientes permanentes disminuyó entre 1993 y 2000, pero desde entonces su número se ha estabilizado siendo afectados uno de cada dos jóvenes. Finalmente, sólo el 40% de los adolescentes de 15 años (4º de ESO) está libre de caries (Bravo *et al.*, 2006).

Otros datos interesantes tienen que ver con la frecuencia del cepillado. Así, el 53% de los jóvenes de 12 años declaran cepillarse los dientes más de una vez al día, el 30% una sola vez, y uno de cada seis lo hace con menor frecuencia. Intervienen en ello dos factores, el género y el nivel socioeconómico, siendo las chicas las que tienen una frecuencia de cepillado mayor, y los jóvenes de menor nivel socioeconómico los que utilizan menos el cepillo. Asimismo, sólo una cuarta parte de la población declara cambiar su cepillo cada tres meses (Bravo *et al.*, 2006).

Por otro lado, los niveles de conocimiento de la población en relación con la caries y la enfermedad periodontal se consideran bajos, existiendo aún conceptos erróneos como el evitar el cepillado en caso de sangrado de las encías o el desconocimiento sobre los efectos a largo plazo de estas patologías (Bravo *et al.*, 2006).

Respecto a su inclusión en el currículum de Secundaria (R.D. 1631/2006) este tema se aborda en la materia de Ciencias de la Naturaleza de 3º de ESO dentro del bloque 5 “*Las personas y la salud*” en la asignatura de Biología y Geología. Dicho bloque trata la salud desde dos perspectivas, su relación con la enfermedad y la alimentación. Así, se estudian entre otros contenidos, por un lado, la salud y la enfermedad, y la higiene y la prevención de enfermedades, y por otro, la alimentación y la salud, y los hábitos alimenticios saludables.

Para fundamentar el diseño de la unidad didáctica se ha realizado, entre otras tareas, un estudio acerca de las concepciones previas que poseen estudiantes de 3º de ESO sobre el tema objeto de estudio. En esta comunicación se presentan los principales resultados obtenidos en esta investigación preliminar.

LA MUESTRA

La presente investigación se ha realizado con una muestra de 36 estudiantes de 3º de ESO del I.E.S. Juan Ramón Jiménez de Málaga, 18 de los cuales eran chicas y 18 chicos. El rango de edades de la muestra estaba comprendido entre 14 y 17 años, con la distribución que se recoge en la Tabla 1.

Edad (años)	14	15	16	17
Chicos	1	7	9	1
Chicas	9	5	3	1

Tabla 1. Frecuencia de edades y por sexo de la muestra

El 72% de los chicos y el 61% de las chicas participantes en la investigación afirmaban haber tenido caries (aunque no utilizan este término). En el caso de las chicas estos resultados son coincidentes con los ofrecidos por la Encuesta de Salud Oral (Bravo *et al.*, 2006) para adolescentes de 15 años y citados anteriormente. En el caso de los chicos, los porcentajes de la muestra son algo superiores a los recogidos en el estudio.

Asimismo, la mayoría de los alumnos afirmaron haber acudido al dentista tras la aparición de la caries. Uno de los encuestados indicó que esperó a que se le quitara el dolor.

Finalmente, se preguntó también a los estudiantes acerca de su interés o desinterés por algunos aspectos relacionados con el tema. De este modo, la muestra participante independientemente del sexo mostró interés por conocer por qué “*se pican los dientes*”, por saber las posibles repercusiones que se producen cuando “*se pican los dientes*” y por conocer cómo prevenir o evitar que se produzca caries. Por su parte, las chicas mostraron un mayor interés en conocer qué efectos producen el tabaco y el alcohol en la salud bucal.

CONCEPCIONES PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES EN TORNO AL PROBLEMA

Las concepciones previas de los alumnos en torno a la salud bucal y al deterioro de los dientes se ha investigado a partir de un cuestionario de cinco preguntas que ahondaban sobre aspectos que considerábamos fundamentales en el conocimiento de este problema.

Las cuestiones se formularon en términos cotidianos de “*picarse los dientes*” y no se utilizó en ningún momento el término caries, con idea de que las respuestas de los alumnos no se viesen condicionadas por un posible desconocimiento de este término.

A continuación pasamos a comentar cada uno de estos aspectos.

Significado de “*picarse un diente*”

Para conocer las ideas previas que poseen los estudiantes en torno al significado de caries bucal, se formuló la cuestión: “*¿Qué significa para ti ‘picarse un diente’? Explícalo detenidamente con tus palabras*”.

La Tabla 2 resume los resultados obtenidos al categorizar las respuestas a la primera cuestión.

Contenido de la respuesta	Chicos	Chicas	Total
A. Descripción del diente picado y de las sensaciones experimentadas	4	6	10
B. Descripción del diente picado	9	9	18
C. Descripción de la sensación experimentada	2	1	3
D. Otros	2	1	3
E. No sabe	1	1	2
Total	18	18	36

Tabla 2. Frecuencia de respuestas dadas en cada una de las categorías por los estudiantes para explicar el significado de “*picarse un diente*”

En este sentido, la explicación más completa del significado de “*picarse un diente*” (categoría A), dada por el 22% de los chicos y el 33% de las chicas, incluye algunas descripciones tanto del diente picado como de las sensaciones que se producen. Algunas

explicaciones ofrecidas por los estudiantes correspondientes a esta categoría son “*el diente se pone negro, duele mucho y tiene agujeros*” o “*el diente se pone negro y duele mucho*”.

Por su parte, la categoría B, agrupa aquellas respuestas que sólo incluyen la descripción del diente picado, tales como “*se pone negro*” o “*el diente presenta agujeros*”. Esta categoría se presenta como la respuesta mayoritaria al ser dada por el 50% tanto de los chicos como de las chicas.

Las tres categorías restantes, de respuestas menos adecuadas, se obtuvieron de forma minoritaria. De este modo, la categoría C incluye el dolor como sensación que tiene el alumno ante la caries, no manifestando ninguno de los encuestados la sensación de frío. Por su parte, la penúltima categoría engloba otras respuestas menos elaboradas tales como “*tener una sonrisa fea*” o “*se debe a un mal cepillado*”, mientras que la última de las categorías incluye las respuestas de aquellos alumnos que presentaron la pregunta en blanco o desconocían la respuesta.

Razones por las que se “*pican los dientes*”

La segunda cuestión indagaba acerca de las razones que según los estudiantes causaban las caries. La pregunta fue formulada como “*¿Cuáles son para ti la razón / razones por las que ‘se pican los dientes’?*”

La Tabla 3 resume en categorías las distintas respuestas obtenidas indicando la frecuencia de cada una de ellas tanto para chicos como chicas.

Contenido de la respuesta	Chicos	Chicas	Total
A. Comer chucherías o alimentos ricos en azúcar y no lavarse los dientes	5	9	14
B. Comer alimentos ricos en azúcar	3	6	9
C. Comer chucherías	6	2	8
D. Un mal cepillado	1	1	2
E. No lavarse los dientes	3	0	3
Total	18	18	36

Tabla 3. Razones dadas por los estudiantes de 3º de ESO para explicar la caries bucal

Del análisis de los resultados se deduce que la respuesta mayoritaria (categoría A) es la explicación más elaborada. Dicha respuesta indica la aparición de la caries bucal debida al tipo de alimentación y a una mala higiene bucal. No obstante, cabe destacar que son las chicas (un 50%) las que precisan más el tipo de alimentación frente a un 28% de los chicos.

Por su parte, la categoría B, que únicamente hace referencia a los alimentos ricos en azúcar, fue dada por un 17% de los chicos y un 33% de las chicas de 3º de ESO.

La categoría C incluye aquellas respuestas que sólo indican como causa de la caries las chucherías, mientras que las categorías D y E, ofrecidas de forma minoritaria, establecen como razones, un mal cepillado y no lavarse los dientes, respectivamente.

En general, se observa que las respuestas de las alumnas son más completas que las de los alumnos y utilizan una terminología más precisa (por ejemplo, alimentos ricos en azúcar). Asimismo, cabe destacar que las explicaciones dadas por los estudiantes no han tenido en cuenta otros factores que pudieran influir en la caries, tales como el tabaco, el

alcohol, o factores de tipo genético. Las ideas previas de los alumnos en torno a estos dos primeros factores se abordarán en preguntas posteriores.

Prevención de la caries

La tercera cuestión pretendía investigar si el estudiante conocía los diferentes factores que influyen en la prevención de la caries. La pregunta formulada fue “¿Cómo crees tú que se puede prevenir o evitar que se ‘piquen los dientes’?”.

A partir de las respuestas del alumnado se deduce que los alumnos consideran cuatro factores en la prevención de la caries: una buena higiene bucal, una alimentación adecuada, no fumar y la realización de revisiones periódicas al odontólogo. No obstante, ninguno de los alumnos citó simultánea estos cuatro factores. La Tabla 4 presenta las categorías encontradas y la frecuencia de cada una de ellas.

Contenido de la respuesta	Chicos	Chicas	Total
A. Tres razones			
A1. Buen cepillado, alimentación adecuada y no fumar	1	0	1
A2. Buen cepillado, revisión al dentista y no fumar	1	0	1
B. Dos razones			
B1. Buen cepillado y una alimentación adecuada	2	5	7
B2. Buen cepillado y revisión al dentista	0	1	1
C. Una razón			
C1. Buen cepillado	13	7	20
C2. Una alimentación adecuada	0	4	4
C3. Revisión al dentista	1	0	1
C4. Otras respuestas	0	1	1
Total	18	18	36

Tabla 4. Frecuencia de cada una de las categorías dadas para explicar cómo prevenir la caries

Como se puede apreciar en la Tabla 4, las respuestas mayoritarias se corresponden con las que ofrecen una única razón. De este modo, la explicación más citada incluye un único motivo, el buen cepillado, de los cuatro factores que menciona toda la muestra. Esta respuesta fue dada por el 72% de los chicos y el 39% de las chicas, lo que supone un 55% de la totalidad de los alumnos encuestados.

Si comparamos por sexos las respuestas mayoritarias para una razón, se observa que los chicos piensan que la prevención de la caries se consigue únicamente con un buen cepillado, mientras que las chicas afirman que no sólo es necesario una buena higiene bucal, sino también una buena alimentación. Esto concuerda con las opiniones dadas por las chicas en la cuestión anterior, donde ellas precisaban más el tipo de alimentación causante de la caries.

Efecto del tabaco en la caries

La cuarta cuestión formulada como “¿Crees que fumar afecta a que ‘se piquen los dientes’? ¿Cómo?”, pretendía averiguar si el alumno poseía alguna idea previa que relacionase el tabaco con la aparición de caries.

En efecto, diversos trabajos de investigación sugieren que la condición de fumador activo y también pasivo, o la condición de fumadora de la madre podrían representar un factor de riesgo adicional para las caries de los niños (Williams *et al.* 2000; Klemonsksis, 2005; Barrios y Vila, 2007; Carbajosa y Llena, 2011).

En un estudio reciente llevado a cabo en la Comunidad Valenciana con adolescentes entre 12 y 15 años, Carbajosa y Llena (2011) mostraron cómo el humo del tabaco está asociado con la caries dental de los chicos y chicas. De esta forma, los adolescentes fumadores o que habían fumado alguna vez presentaban dientes con caries u obturaciones significativamente superiores a los niños no fumadores. Es más, los niños que convivían con personas fumadoras en el domicilio presentaban una media de dientes afectados por caries significativamente mayor que lo que no se encontraban en esta situación.

En nuestra investigación, la gran mayoría de los estudiantes afirmó que fumar afectaba a que “*se picaran los dientes*”, aunque algunos no fueron capaces de dar una explicación satisfactoria.

En este sentido, los resultados obtenidos se pueden clasificar en cuatro categorías. Así, las dos categorías mayoritarias están relacionadas con referencias al agente causante de la caries, y con el estado final del diente por efecto del tabaco, respectivamente. Las otras dos categorías minoritarias engloban aquellas respuestas que afirman que fumar sí afecta a la caries pero sin ofrecer ninguna explicación, o la correspondiente a aquellos alumnos que desconocen la respuesta. La Tabla 5 resume las diferentes categorías encontradas, así como la frecuencia de respuestas para ambos sexos.

Contenido de la respuesta	Chicos	Chicas	Total
A. Referencias al agente causante	3	5	8
B. Estado de los dientes por efecto del tabaco	14	8	22
C. Sí afecta, sin explicación	1	4	5
D. No sabe	0	1	1
Total	18	18	36

Tabla 5. Frecuencia para cada una de las categorías dadas para la relación tabaco y caries

En primer lugar, destaca el bajo porcentaje (un 22%) del total de estudiantes que responde de forma más precisa a lo que se pregunta (categoría A). Así, algunas de las respuestas dadas en esta categoría mostraron el agente del tabaco causante de la caries a través de explicaciones como “*Sí, por la nicotina*” o “*Sí, por el humo*”, entendiéndose con este tipo de respuestas el efecto como fumador activo en ambos casos, pero también como fumador pasivo en el segundo, aunque los alumnos no lo indicasen de manera explícita. Cierta alumno matizó su explicación indicando “*Sí, la nicotina mata los nervios*”.

Otros estudiantes indicaron el efecto producido en los dientes a causa del tabaco, siendo el mayoritario la coloración amarilla que adoptan los dientes en las personas fumadoras. De esta forma, algunas de las respuestas incluidas en la categoría B fueron “*Sí, se ponen amarillos*” o “*Sí, se pudren*”. Uno de los alumnos especificó su respuesta de la siguiente forma mostrando que el proceso podría ser reversible: “*Sí, se desgastan y se ponen amarillos, pero si dejas de fumar vuelven a su color*”.

Efecto del alcohol en la caries

La última pregunta investigó la existencia de alguna idea previa en torno a la relación existente entre el alcohol y la caries dental a través de la cuestión “¿Crees que beber alcohol afecta a que ‘se piquen los dientes’? ¿Cómo?”.

Diversos trabajos muestran cómo la ingesta de alcohol es un factor que aumenta el riesgo de caries por la presencia de azúcares en distintas proporciones (Williams y Montaña, 2007; Barrios y Vila, 2007).

El análisis de las respuestas puso de manifiesto que los estudiantes no tenían una idea muy clara en torno a esta relación, distribuyéndose sus respuestas por igual en las dos categorías principales (A y B), como muestran las frecuencias obtenidas en las mismas en la Tabla 6. Asimismo, se observa que ninguno de los alumnos fue capaz de dar una explicación a cómo el alcohol afecta a la salud bucal, de ahí que no presentemos ninguna categoría en este sentido.

Contenido de la respuesta	Chicos	Chicas	Total
A. Sí afecta	8	7	15
B. No afecta	10	10	20
C. No sabe	0	1	1
Total	18	18	36

Tabla 6. Frecuencia para cada una de las categorías dadas para la relación alcohol y caries

En virtud de los resultados obtenidos, surge la necesidad de hacer conscientes a los alumnos de la relación existente entre consumo de alcohol y caries. Para ello, se ha planteado en la propuesta didáctica una tarea consistente en la búsqueda de información sobre este tema en diferentes páginas webs y la posterior exposición oral ante el grupo clase, ayudados de una presentación, donde debían argumentar una respuesta al problema apoyándose en los datos encontrados.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. El 72% de los chicos y el 61% de las chicas de 3º de ESO participantes en la investigación dicen haber tenido caries. Estos porcentajes son superiores a los aportados por el estudio más reciente de la Encuesta de Salud Oral en España (Bravo *et al.*, 2006), y ponen, por tanto, de manifiesto la pertinencia y relevancia de tratar este problema desde la enseñanza de las ciencias.
2. Los estudiantes no utilizan de forma espontánea el término caries al referirse al tema, aunque a lo largo de su escolaridad han estudiado aspectos relacionados con la salud bucodental y, en concreto, el concepto de “caries”. Este hallazgo es indicativo de que los conocimientos científicos y de la vida diaria van por caminos diferentes, al menos para los alumnos encuestados.
3. Se han encontrado diferencias entre las respuestas de las chicas y de los chicos. En este sentido, las alumnas ofrecen respuestas más completas y utilizan una terminología más precisa.
4. Este problema presenta algunas implicaciones didácticas interesantes, entre las que destaca la relación entre alcohol y caries, sobre la que las respuestas del alumnado están divididas entre si el alcohol produce o no algún efecto en la salud bucodental.

También tiene interés profundizar en cómo se producen las caries, así como incidir en su prevención, y mejorar las competencias de los estudiantes a la hora de expresarse sobre este problema aplicando los conocimientos científicos.

REFERENCIAS

- Barrios, C. & Vila, V. (2008). Manifestaciones bucales en adolescentes asociadas al consumo de tabaco, alcohol y drogas. *Revista de la Facultad de Odontología (Universidad Nacional del Nordeste, Argentina)*, 1(4), 50-55.
- Blanco, A., España, E., & González, F. J. (2010). Un proyecto de investigación para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria, en Quesada A. & Abril, A. (eds.): *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 729-735. Universidad de Jaén.
- Blanco, A., España, E., & Rodríguez, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 9-18.
- Bravo, M., Casals, E., Cortés, F., & Llodra, J. (2006). Encuesta de Salud Oral en España 2005. *RCOE, Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*, 11(4), 409-456.
- Carbajosa, S., & Llena, C. (2011). El humo del tabaco y su asociación con la caries dental en niños y niñas de 10 a 15 años atendidos en la unidad de odontología del departamento 9 de la Comunidad Valenciana. *Revista Española de Salud Pública*, 85(2), marzo-abril.
- Klemonsks, G. (2005). Las caries se asociaron al tabaquismo pasivo en niños. *Evidencia, Actualización en la Práctica Ambulatoria*, 8, 44.
- Williams, S., Kwan, S., & Parsons S. (2000). Parental smoking practices and caries experience in pre-school children. *Caries Res.*, Mar-Apr, 34(2), 117-122.
- Williams, E. & Montaña, M. (2007). Caries en el adulto mayor, un reto para la odontología. *Revista Mexicana de Odontología Clínica*, 12, 10-15.

ⁱ Esta comunicación forma parte del proyecto de I+D+i «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)» (EDU2009-07173) financiado por la Secretaría de Estado de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria de 2009.

LA ENERGÍA EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS

García Barros, S.; Martínez Losada, C.; González Rodríguez, C. y Bugallo, A.

Departamento de Pedagogía y Didáctica. Universidade da Coruña. (susg@udc.es)

RESUMEN

En esta comunicación presentamos la primera parte de un proyecto de investigación dirigido a la formación inicial del profesorado de Primaria. En él se pretende elaborar y evaluar una propuesta que promueva el desarrollo de competencias profesionales, centrándonos en el tema de la energía. Dicha propuesta se desarrollará a lo largo de dos materias correspondientes al 2º y 3º curso del grado de maestro de educación primaria. Nos centramos aquí en el primer objetivo de nuestro proyecto que consiste en realizar un análisis científico/escolar que nos permita identificar las ideas clave que, sobre energía, deben orientar el diseño de las estrategias y actividades formativas dirigidas a la formación de los futuros maestros.

Palabras clave.

Formación docente. Primaria. Energía

INTRODUCCIÓN

Con relación a la formación del profesorado se ha desarrollado todo un marco de referencia sobre lo que debe saber y saber hacer el profesorado de ciencias (Gil, 1991), destacándose la importancia del conocimiento pedagógico del contenido (PCK) (Shulman, 1986) que consiste básicamente en aquel que permite ayudar a otros a aprender. Este conocimiento es especialmente complejo y vincula tanto el de carácter científico, como el pedagógico y el conocimiento del contexto. En este sentido, algunos autores (Abell, 2007; Porlán et al., 2010) destacan que el docente debe dar respuesta a diferentes cuestiones: ¿Cuáles deben ser los fines de la enseñanza de las ciencias?; ¿Qué sabemos los docentes acerca de los tópicos curriculares? ¿Qué deberíamos saber?; ¿Qué ideas tiene los alumnos en relación con los fenómenos de la ciencia y cómo se analizan?; ¿Cuál es la naturaleza de los contenidos escolares?; ¿Qué metodología de enseñanza es más adecuada para favorecer la evolución de las ideas de los alumnos?; ¿Cómo evaluar de manera que sirva para mejorar el aprendizaje de los alumnos y la enseñanza del profesorado?; ¿Cómo desarrollar una unidad didáctica, un curso completo? En definitiva, el docente ha de disponer de una competencia profesional que le permita enfrentarse con garantía de éxito a una situación problemática en un determinado contexto (Zabalza, 2006). Sin embargo la adquisición de dicha competencia no es tarea fácil, dada su complejidad, además el cambio didáctico está directamente influenciado por el pensamiento docente, que suele ser muy tradicional y resulta resistente al cambio (Pozo, et al. 2006). En la formación docente es importante, entre otros aspectos, trabajar con tópicos relevantes, tomando conciencia tanto de los conocimientos científicos, como de los aspectos clave que resultan educativamente

relevantes para el alumnado y de su posible organización. Es especialmente importante atender al conocimiento científico de los maestros, pues ellos mismos han reconocido sus deficiencias en este sentido (Harlen, 1997), que en ocasiones resultan “similares” a las de sus propios alumnos. Basándonos en lo indicado se puede considerar que la formación inicial de maestros debe incidir: a) en el conocimiento científico riguroso y organizado y en su relación con la ciencia escolar; b) en el alumno y su contexto y c) en las estrategias y actividades para promover aprendizajes.

Dado que la ciencia escolar tiene como objetivo la comprensión del mundo y la actuación responsable en el mismo, en la formación docente, se debe atender a la identificación de modelos escolares, que han de dirigir la enseñanza, de tal forma que ésta promueva su evolución (Pujol, 2003). En este sentido un tema de especial relevancia para la enseñanza de las ciencias es la energía. De hecho ha sido, junto a la materia sus interacciones y cambios, el eje organizador del currículum de la Reforma Educativa de los años 90 en España. Además, a pesar de su dificultad y abstracción, es un concepto próximo, asociado a distintas materias científicas, y muy utilizado en el ámbito cotidiano, que suscita amplios debates en la sociedad actual, del que la escuela, y por extensión la formación docente, no puede ni debe desvincularse. Por ello, hemos planteado un proyecto de investigación dirigido básicamente a la formación de los futuros maestros de primaria, tomando este tema como núcleo de estudio, en el que planteamos los siguientes objetivos: a) Elaborar una propuesta de formación docente para la Educación Primaria, que promueva el desarrollo de competencias profesionales para la enseñanza de la energía; b) Evaluar la propuesta diseñada con futuros docentes en el transcurso de dos materias y c) Reelaborar el diseño inicial en función de los resultados obtenidos.

Estos objetivos generales se concretan en otros más específicos, siendo el que indicamos a continuación el que motiva la presente comunicación:

Determinar el marco teórico científico/escolar de referencia que nos permita orientar la propuesta de enseñanza dirigida a la formación docente en dos materias del grado de Maestro de Educación Primaria (*Ensino e Aprendizaxe das Ciencias I e II*), definiendo las situaciones y los aspectos clave que, sobre energía, se tratarán en las mismas.

LA ENSEÑANZA DE LA ENERGÍA COMO PROBLEMA.

Desde el punto de vista histórico la energía ha sido un concepto unificador, llegándose a enunciar un principio general de la conservación de la energía, aplicado a todos los campos de la física: “*la energía total de un sistema aislado se conserva*” (Solbes y Tarín, 2004, 2008). Sin embargo su alto nivel de abstracción hace que encierre importantes dificultades para el alumnado. Así, la energía se asocia a aquello que está vivo; se considera como algo material que se puede comprar y gastar; se confunde con las fuerzas, etc. (Driver et al., 1999; Solbes y Tarín, 1998; Hierrezuelo y Montero, 1989; Solomon, 1983). También dentro del conocimiento biológico se han identificado problemas, pues los alumnos desconocen cuáles son las fuentes de energía de los seres vivos (Boyes y Stanisstreet, 1991), piensan que la energía de la luz captada por el

vegetal se destruye al formar las nuevas sustancias orgánicas (Mohan, Chen, y Anderson, 2009), etc. Así mismo, los adolescentes muestran problemas para comprender que la energía fluye en el ecosistema y que el mundo vivo y no-vivo se relacionan entre sí (Lin y Hu, 2003). También los docentes en formación tienen dificultades para identificar la energía en determinadas situaciones (Rodríguez Marín y García, 2011) o para establecer relaciones adecuadas entre los dos procesos biológicos “clave” -la fotosíntesis y la respiración- (Brown y Schwartz, 2009). Por todo ello, se demanda una mayor relación entre las materias de Física y Biología en lo que respecta a la concepción de energía que se debe manejar para entender los procesos energéticos de la vida (Lin y Hu, 2003).

La energía ha motivado planteamientos didácticos dirigidos a distintos ámbitos y niveles, siendo en la física y en la educación secundaria donde se centran la mayoría de las propuestas (Solbes y Tarín, 2004; Pérez-Landazábal y Varela, 2006; Domínguez y Stipcich, 2010; Nordine, Krajcik, y Fortus, 2011), aunque alguno se ha dirigido a primaria (De Pro y Rodríguez Moreno, 2010) y también a la formación docente (Hernández Abenza, 1993; Martínez Aznar y Varela Nieto, 2009). Recientemente, también se han empleado las nuevas tecnologías (visualización dinámica) para que los estudiantes comprendan mejor que los vegetales transforman la energía luminosa en energía química y que ésta fluye en el ecosistema de organismo en organismo (Ryoo y Linn, 2012)

LA IDEA DE ENERGÍA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA

Se ha abierto un debate sobre la idoneidad de acometer el estudio de la energía en términos cualitativos ya en los niveles educativos elementales. Los detractores de esta idea defienden que la simplificación es un error, y que solo se puede introducir cuanto el alumno puede acceder al nivel operativo y a la comprensión de la idea de conservación. Sin embargo, los partidarios aceptan la introducción de ideas más sencillas, asumiendo el riesgo de que la asociación de la energía a una sustancia no constituye un obstáculo insalvable para el desarrollo de una posterior comprensión (Duit, 1987). Nuestra postura coincide con esta última, aunque coincidimos también con Pintó (2004) en que resulta necesario que los docentes realicen una reflexión sobre cual debe ser el modelo científicamente más correcto y cual el más adecuado para primaria, identificando sus limitaciones.

Desde el punto de vista científico se han destacado las limitaciones de determinadas definiciones de energía, como por ejemplo la energía como la capacidad para producir un trabajo (Pintó, 2004), siendo la definición más aceptada la que relaciona la energía con una propiedad de los sistemas que se pone de manifiesto en las transformaciones. Esta idea básica se puede ir completando con otras como: la energía puede transferirse de un sistema a otro; la energía se manifiesta de distintas maneras, transformándose de unas en otras, aunque determinadas formas permiten más transformaciones; la energía se degrada en los procesos de transformación; la cantidad total de energía se conserva (Rodríguez Marín y García, 2011). El futuro maestro debe disponer de este modelo de

energía, aplicarlo a fenómenos cotidianos y determinar cuál es el modelo idóneo en la ciencia escolar. Consideramos que este último ha de asociar la energía a los cambios que se aprecian en los sistemas, insistir en la transferencia e identificar en dónde se almacena la energía al principio y al final del proceso (Millar, 2004). Lo indicado nos da pie para abordar la idea de que la energía se disipa, transformándose en otra menos útil, lo que constituye un paso importante para entender, más adelante, que la energía se conserva, aspecto complejo que quizás demande un análisis cuantitativo. Otro aspecto insoslayable en el tratamiento de la energía es el referente al impacto ambiental de su uso y abuso por las sociedades humanas.

Basándonos en lo indicado, estamos elaborando un planteamiento didáctico para la formación del profesorado de primaria dirigido al estudio de la energía a través de dos asignaturas impartidas en cursos sucesivos. En la asignatura *Ensino Aprendizaxe das Ciencias I* se incluye en un tema específico "Enseñanza y aprendizaje de la energía y las máquinas" en el que se pretende analizar el modelo deseable de energía para el maestro y para los niños de primaria, mientras que en la materia *Ensino Aprendizaxe das Ciencias II*, se abundará en estos aspectos de forma transversal, incluyéndolos en algunos de sus temas. A través de ambas materias, se atenderá a tres aspectos básicos de la formación docente: a) el conocimiento científico; b) el análisis de las necesidades e intereses de los niños y c) el conocimiento pedagógico teórico/práctico dirigido a la toma de decisiones docentes centradas en qué y como enseñar. Las actividades de enseñanza se centrarán en fenómenos y situaciones próximas que permitan analizar científica y pedagógicamente su relación con el modelo de energía deseable. Se hará especial hincapié en los cambios y en las transferencias y transformaciones energéticas, así como en la repercusión que la energía tiene en nuestras vidas y en el medio ambiente. En las tablas 1 y 2 (ver anexo) se recogen los fenómenos/situaciones, así como los aspectos clave asociados a los mismos que dirigirán la propuesta formativa que será desarrollada y evaluada.

Trabajo subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación EDU2011-27772

BIBLIOGRAFÍA

- Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher knowledge. In S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Boyes, E., y Stanisstreet, M. (1991). Misconceptions in first-year undergraduate science students about energy sources for living organisms. *Journal of Biological Education*, 25(3), 209-213.
- Brown, M. H., y Schwartz, R. S. (2009). Connecting Photosynthesis and Cellular Respiration: Preservice Teachers' Conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(7), 791-812.
- De Pro, A., y Rodríguez Moreno, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-404.
- Domínguez, M. A., y Stipcich, M. S. (2010). Una propuesta didáctica para negociar significados acerca del concepto de energía *Eureka*, 7(1), 75-92.

- 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.
- Duit, R. (1987). Should energy be introduced as something quasi-material? *International Journal of Science Education*, 9, 139-145.
- Gil, D. (1991). ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Harlen, W. (1997). Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom. *Research in Science Education* 27 (3), 323-337.
- Hernández Abenza, L. M. (1993). La energía y los recursos energéticos en el marco de la formación del profesorado *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 247-254.
- Hierrezuelo, J., y Montero, A. (1989). *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Madrid: Laia-MEC.
- Lin, C., y Hu, R. (2003). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1529-1544.
- Martínez Aznar, M. M., y Varela Nieto, M. P. (2009). La Resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), 343-360.
- Millar, R. (2004). *Teaching about energy*. Retrieved <http://www.lancsngfl.ac.uk/nationalstrategy/ks3/science/getfile.php?src=130/TeachingAboutEnergy%28RobinMillar%291.pdf&s=4f5099d8c38826cf136b21edaccc8a79>
- Mohan, L., Chen, H., y Anderson, W. C. (2009). Developing a multi-year learning progression for carbon cycling in socio-ecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 675-698.
- 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.
- Pérez-Landazábal, M. C., y Varela, P. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía. *Eureka* 3(2), 237-250.
- Pintó, R. (2004). ¿Qué modelo de energía deseamos que construyan nuestros estudiantes de secundaria? *Alambique*, 42, 41-54.
- 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.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Mateos, M., y Pérez, M. P. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. En J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez, M. Mateos, E. Martín y M. De La Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*, (pp. 95-132.). Barcelona: Graó.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.
- Rodríguez Marín, F., y García, E. (2011). ¿Qué diferencias hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico de docentes en formación sobre el concepto de energía? . *Investigación en la Escuela*, 75, 63-71.
- Ryoo, K., y Linn, M. C. (2012). Can Dynamic Visualizations Improve Middle School Students' Understanding of Energy in Photosynthesis? *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 218-243.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Solbes, J., y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 387-397.

Solbes, J., y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 185-194.

Solbes, J., y Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 155-180.

Solomon, J. (1983). Learning about Energy: How pupils' think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5, 49-59.

Zabalza, M. (2006). Buscando una nueva hoja de ruta en la formación del profesorado. *Revista de Educación*, 340, 51-58.

ANEXO

Núcleos de estudio Fenómenos/Situaciones.		Aspectos claves	
La energía en situaciones próximas	Los objetos se mueven, cambian de posición, de velocidad. - Una piedra que dejamos caer. - Una pelota que hemos empujado con el pie. - Una flecha que lanzamos con un arco. - Una bicicleta que choca.	<ul style="list-style-type: none"> • Los objetos tienen energía mecánica (cinética, potencial gravitatoria o elástica). La cantidad de energía depende de su velocidad/posición y de su masa. • Los cambios se explican como transferencias de energía debidas a fuerzas. 	LA ENERGÍA SE TRANSFIERE/TRANSFORMA, SE CONSERVA, SE DEGRADA
	Los cuerpos pueden cambiar su temperatura, su estado. - Calentamos agua, un metal... - Sacamos hielo del congelador.	<ul style="list-style-type: none"> • Los cuerpos tienen energía térmica. La cantidad de energía depende de su temperatura y de su masa. • Los cambios se explican como transferencias de energía (calor) debidas a diferencias de temperatura. 	
	Los materiales se transforman. - Una vela, la madera, un cacahuete... se queman. - Los animales y los vegetales transforman las sustancias que obtienen del medio.	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales tienen energía química. La cantidad de energía depende de las interacciones existentes entre las partículas que los constituyen. • Los cambios se explican como transferencias de energía debidas a interacciones entre partículas. 	
La energía y las sociedades humana	Usamos energía - Un tostador, una batidora, una bombilla... emplean energía eléctrica para calentar, mover... - Un coche, una grúa... emplean combustible para producir movimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Las máquinas necesitan energía (eléctrica, química) para funcionar. • El funcionamiento de las máquinas se explica como transferencias/transformaciones de energía (por ejemplo, E.eléctrica → E.cinética). • La transferencia de energía no es 100% eficaz, pues parte se disipa habitualmente en forma de calor. 	
	Obtenemos energía eléctrica de distintas fuentes. - El Sol, el viento, el agua ...	<ul style="list-style-type: none"> • La energía eléctrica que empleamos proviene de distintas fuentes. • La energía cinética, química, nuclear... se 	

	- El carbón, el petróleo, el uranio...	transforma en energía eléctrica. • Existen fuentes de energía, renovables y no renovables.
	El consumo de energía tiene repercusiones ambientales, de salud... - Los coches, las centrales térmicas... emiten materiales “ <i>indeseables</i> ”. - Las centrales nucleares producen residuos radiactivos.	• Las emisiones a la atmósfera se asocian a la transformación química de los materiales que empleamos como combustibles. Las emisiones producen efectos climáticos (calentamiento global) y efectos sobre la salud (problemas alérgicos, respiratorios..). • Los residuos radiactivos tienen un elevado período de desintegración, manteniendo su capacidad de alterar genéticamente a los seres vivos.

Tabla 1. Aspectos clave que sobre energía se tratarán en el tema "Enseñanza y aprendizaje de la energía y las máquinas", incluido en la materia Ensino e Aprendizaxe das Ciencias I (2º curso Grado de Maestro)

TEMAS/Fenómenos/situaciones.		Aspectos claves
E/A del medio Físico	La erosión. Las montañas, los materiales terrestres se erosionan y cambian de lugar (el paisaje cambia)	La energía cinética del viento, y la energía potencial de los materiales explica algunos de los cambios.
	Fenómenos atmosféricos La lluvia, la nieve, el granizo caen desde las nubes	La energía potencial explica este movimiento descendente.
	El agua se evapora forma las nubes, se condensa y forma la lluvia (ciclo del agua)	El ciclo del agua se explica por los cambios de estado, éstos se deben a cambios de temperatura y a la transferencia de energía (calor).
	Las tormentas se caracterizan porque se producen truenos y relámpagos.	En las nubes tormentosas se produce la transformación de energía eléctrica en lumínica (relámpago) y mecánica (el sonido del trueno)
Los seres vivos y su medio	Todos los seres vivos captan sustancias del medio y las transforman: - Los vegetales emplean materia inorgánica y la transforman en orgánica - Los animales se alimentan de materia orgánica	- Los vegetales transforman la energía lumínica en energía química que “ <i>almacenan</i> ” en las sustancias orgánicas. - Los animales y los vegetales disponen de energía química que les proporciona la materia orgánica.

<ul style="list-style-type: none"> - Los seres vivos se mueven. Los animales buscan alimento, pareja, huyen,... Los vegetales se orientan hacia la luz... - Los seres vivos desarrollan estructuras y mecanismos para adaptarse a su medio (algunos animales tienen temperatura constante; algunas plantas producen flores llamativas, frutos carnosos... que favorecen su reproducción...). 	<p>Para realizar estas funciones, los seres vivos emplean la energía química “almacenada” en la materia orgánica. Para obtener la energía respiran: transforman la materia orgánica en inorgánica -CO₂ y H₂O- y para ello necesita O₂.</p>
<p>Los animales se relacionan con el medio, ven y oyen.</p>	<p>Los animales poseen receptores que se estimulan con energía (luz, vibraciones –sonido-). Esta energía se transforma en impulsos nerviosos.</p>
<p>Los organismos viven en relación con el medio y con otros organismos: unos seres vivos se alimentan de otros (redes tróficas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La energía química que reside en las sustancias orgánicas se transfiere de unos organismos a otros. - La transferencia no es 100% eficiente. La biomasa disminuye en cada nivel trófico.
<p>El ser humano es una especie que emplea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - más alimentos de los que necesita - otras fuentes de energía distintas a los alimentos para realizar multitud de acciones (industria, transporte, ocio,...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Las dietas hipercalóricas tienen consecuencias (salud personal/social) - La energía exógena que emplea el ser humano proviene mayoritariamente de fuentes no renovables, y producen emisiones “indeseables” a la atmósfera, de repercusión planetaria.

Tabla 2. Aspectos clave que sobre energía se tratarán en distintos temas incluido en la materia Ensino e Aprendizaxe das Ciencias II (3º curso Grado de Maestro)

La selección de contenidos en los programas de estudio de Química y Ciencias Naturales chilenos: análisis de los niveles macroscópico, microscópico y simbólico

González, A. y Contreras, S.

Departamento de Educación, Facultad de Humanidades, Universidad de Santiago de Chile saúl.contreras@usach.cl.

RESUMEN

La selección de los contenidos en química, constituye un elemento clave a la hora de diseñar su enseñanza. Esta investigación analiza qué y cómo son presentados los conceptos sobre el tema “la materia” en los programas de estudio chilenos de Ciencias Naturales y Química. Para ello, se describe y clasifican los conceptos presentados a lo largo de toda la trayectoria formativa (primaria y secundaria), utilizando mapas de distribución conceptual y frecuencias, para determinar amplitud, diversidad y niveles de representación (macroscópico, microscópico y simbólico). Los principales resultados, indican que la selección de contenidos se presenta como diversa y amplia, no obstante, se caracteriza por ser discontinua y poco articulada. La mayor parte de los conceptos son cualitativos y macroscópicos (características de la materia) y se tiende a seleccionar contenidos específicos, sin considerar aquellos generales y más explicativos. Los niveles microscópico y simbólico son presentados abrupta y tardíamente y se concentran en primer curso de secundaria. Estos resultados tienen implicaciones en la formación inicial y continúa de los profesores con especialidad en ciencias y en la mejora de la calidad de los aprendizajes.

Palabras clave

Macroscópico, microscópico, simbólico, química, currículum.

INTRODUCCIÓN

La química es una de las tres disciplinas básicas del currículum de ciencias naturales de la educación chilena. Algunos de los temas claves en los cuales se ha centrado el debate curricular de química, tanto a nivel nacional como internacional durante los últimos años, ha sido en torno a ¿qué contenidos se deben enseñar?, ¿qué dificultades tienen los estudiantes para aprender un determinado contenido? y ¿qué estrategias promueven aprendizajes de calidad? (Caamaño, 2007).

En el contexto chileno, este cuestionamiento surge debido a los bajos resultados que tanto estudiantes, como futuros profesores y profesores en activo, han obtenido en las pruebas estándares. Por ejemplo, en las pruebas internacionales *PISA* (2006; 2009) Chile se ubica por encima del promedio latinoamericano. No obstante, su nivel de desempeño en lo relacionado con identificar problemas científicos y explicar fenómenos científicos es deficiente. De igual modo, en la prueba nacional y estandarizada *INICIA* (evaluación que

permite determinar el nivel de competencia que tienen futuros profesores, siendo el nivel competente el deseable), de 3.224 futuros profesores solo un 45% obtuvo respuestas correctas en la prueba de conocimientos disciplinares (2009), tendencia que se repite el año 2011. En la misma línea, los resultados de la *Evaluación Docente 2010* (profesores en activo) indican que de 11.061 profesores sólo un 58,1% tiene un desempeño competente. Estos dos últimos instrumentos miden por un lado las competencias disciplinares (dominio de la disciplina que se enseña), y por otro, las competencias pedagógicas.

Al respecto, la investigación señala que una mejora sustancial de los niveles de desempeño se relaciona, con cómo están declarados los contenidos en los programas del currículum oficial y, por lo tanto, en la selección, secuenciación y diseño de las unidades didácticas para su enseñanza, sobre todo en aquellas disciplinas de naturaleza abstracta como por ejemplo la química (Gabel, 1999; González, Martínez, Martínez, Cuevas y Muñoz, 2009). El currículum de ciencias, y de manera especial el de química, se caracteriza por presentar contenidos conceptuales abstractos y difíciles de comprender por los estudiantes (Gabel, 1999; Chittleborough, 2004). Lo anterior se debe a que conceptos como enlace químico, electronegatividad, neutrón, protón, átomo, entre otros, no son tangibles y están totalmente ajenos a las experiencias e ideas de los estudiantes, dificultándose el almacenamiento en la memoria de largo plazo (Gabel, 1999). Además, el lenguaje simbólico es poco familiar y tiene un bajo significado en la vida cotidiana del estudiante (Izquierdo, 2004).

Para mejorar la comprensión de los fenómenos químicos se han propuesto, entre otros, tres niveles de representación (macroscópico, microscópico y simbólico) que son necesarios integrar. Concretamente, Johnstone (2000) enfatiza que en la enseñanza de la química se debe comenzar por el nivel macroscópico, dado que es un nivel concreto y cercano al estudiante, para luego presentar el simbólico y finalmente el microscópico. De esta manera, el estudiante podrá desarrollar un pensamiento abstracto y construir un modelo mental que le permita explicar los fenómenos integrando dicha triada (Gabel, 1999; Chittleborough, 2004; Gilbert y Treagust, 2009).

En relación a lo anterior, el currículum tiene un rol importante tanto en el diseño de la enseñanza, como en el desarrollo de la capacidad del alumno para trasladarse entre estos niveles de representación. Esto porque, la coherencia en la selección de los contenidos de química se relaciona con cómo comprenderán la química los estudiantes. Y, por otra parte, porque el currículum prescribe los contenidos que aprenderá el estudiante a lo largo de su formación. No obstante, aménudo los programas de estudio ignoran la relación entre los tres niveles de representación (Treagust y Chandrasegaran, 2009). En esta misma línea, la investigación señala que el motivo por el cual los estudiantes tienen dificultades para comprender los temas relacionados con la química, y en particular con el contenido la materia, se debe a la falta de integración entre los niveles de representación, tanto en la planificación de la enseñanza como en el desarrollo de la enseñanza (Gillespie, 1997; Gilbert y Treagust, 2009).

En este marco desarrollamos la presente investigación, con el objetivo de analizar la selección curricular de los programas de estudio de ciencias naturales y química chilenos y describir cómo son presentados los conceptos relacionados con el contenido la materia a lo largo de la formación en primaria y secundaria. En definitiva, nos preguntamos ¿Qué tipo de conceptos son presentados? y ¿Cuál es la amplitud y diversidad conceptual?

CARACTERIZACIÓN DE LA INVESTIGACION

Este estudio forma parte de una investigación más amplia sobre el análisis de la articulación curricular de los programas de estudio de ciencias naturales de educación primaria y química en secundaria. Cabe destacar que en el sistema educativo chileno la primaria está dividida en 8 cursos, que comienzan en primero básico (estudiantes de 5-6 años) hasta octavo básico (12-13 años). Mientras que la secundaria se divide en 4 cursos, comenzando en primero medio (13-14 años) y finalizando en cuarto medio (17-18 años).

Si bien, las categorías tratadas para analizar la articulación curricular son tres, en este trabajo presentamos solo la de selección curricular. Esta categoría hace referencia a aquellos conceptos relativos a un determinado contenido, que son relevantes para la comprensión de un tópico en particular (Meza, Ramírez, Sánchez y Zambrano, 2009). Así, para el análisis de los programas de estudio se seleccionó un contenido químico considerando los siguientes criterios: presencia del contenido de manera transversal en cada uno de los cursos (primaria y secundaria); contenido vertebrador para la comprensión de la química. El contenido seleccionado según estos criterios fue el contenido “la materia” (Benarroch, 2001; Liu y Lesniak, 2005; Garritz y Trinidad, 2006; Contreras, 2009).

Para la recolección de la información se utilizaron los libros oficiales de los programas de estudios actualizados (ajuste curricular) de ciencias naturales y química del sistema educacional chileno, basados en los Decretos N°220/240 y N°256/254. A través de la técnica de análisis de contenido, consideramos un mensaje como una unidad aislable (concepto), el cual puede ser categorizado y tratado de manera estadística, para ser organizado según esquemas teóricos (Pascual, Araceli y Sánchez, 2005; Osses, Sánchez e Ibañez, 2006). Así, primero se realizó una lectura de los programas, identificando las unidades relacionadas con el contenido “materia”, para luego clasificar los conceptos presentes en los contenidos, actividades y sugerencias de evaluación. Para la clasificación se consideraron tres grandes grupos (Martín del Pozo, 2001):

- **Cualitativos:** se incluyeron aquellos conceptos relacionados con la materia, sus características y propiedades. Estos a su vez, se clasificaron en **generales** y **específicos**. Los primeros lo conformaron conceptos más amplios e inclusivos, como por ejemplo, el concepto de materia o elemento químico. Mientras que los segundos correspondieron a aquellos conceptos más particulares e inclusores. Estos últimos se clasificaron como **macroscópico**, **microscópico** y **simbólico**, y son los que se enfatizan en esta investigación.
- **Cuantitativos:** se conformó por aquellos conceptos relacionados con las unidades de medida y propiedades extensivas e intensivas de la materia, como por ejemplo masa y presión, respectivamente. Además de conceptos vinculados con cantidad de sustancia.
- **Teorías, leyes y modelos:** en el se incorporaron conceptos relacionados con las principales teorías y modelos atómicos, además de las leyes ponderales.

Por otro lado, y con el propósito de establecer indicadores, se determinó la frecuencia y tipo de concepto (amplitud y diversidad) y se utilizaron mapas de distribución conceptual para su presentación (Martín del Pozo, 2001). Al respecto, señalar que los mapas de distribución aquí presentados corresponden a una versión representativa de un mapa más amplio. A continuación, en la Figura 1 presentamos un ejemplo de análisis, categorización y codificación.

A partir de las siguientes reacciones en solución: $\text{HCl}_{(ac)} + \text{NaOH}_{(ac)} \longrightarrow \text{NaCl}_{(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	
escriben la ecuación iónica completa y la ecuación iónica neta de la reacción química en solución.	
Categorización	<p>En este ejemplo se incluye el concepto de fórmula química (HCl, NaOH, NaCl, H₂O), ecuación química (mediante la representación de la reacción), simbología química (H, Cl, Na, O) y estados de la materia (líquido, acuoso). Por este motivo en la codificación realizada se contabilizó la frecuencia de cada una de las representaciones simbólicas como conceptos químicos, es decir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - General Reacción química (Frecuencia =1) - Nivel Simbólico Fórmula química: HCl, NaOH, NaCl, H₂O (Frecuencia = 4) Ecuación química: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (Frecuencia = 1) Ecuación iónica completa (Frecuencia =1) Ecuación iónica neta (Frecuencia =1) - Nivel Macroscópico Disolución química (Frecuencia =2) Líquido-Acuoso (Frecuencia =4) <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 20px;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 5px;">}</div> <div>Ecuación química = 3</div> </div>

Figura 1. Ejemplo de codificación, categorización y conteo de frecuencia en una de las actividades sugeridas en el libro del programa de estudio de 2º Año Medio

RESULTADOS

Los resultados están organizados en cuatro apartados de conceptos a) cualitativos, cuantitativos, teorías y leyes; b) generales y específicos; c) macroscópico, macroscópico y simbólico y; d) análisis comparativo.

a) De los conceptos cualitativos, cuantitativos, teorías y leyes (Figura 2)

En relación a los conceptos cualitativos existe una alta diversidad, no obstante, a lo largo de la trayectoria formativa, esta tendencia no es continua. En el tercer curso de primaria conceptos relacionados con materia están completamente ausentes. En otros cursos, observamos que algunos conceptos muestran una alta frecuencia y están presentes, características físicas de la materia (201), sustancia (158), gas (124). Sin embargo, también observamos conceptos con alta frecuencia que no son presentados en todos los cursos, tales como átomo (110) y símbolo químico (234). Además, hay conceptos como condensación (3), que están presentes en pocos cursos y tienen baja frecuencia.

Por otro lado, la diversidad de los conceptos cuantitativos es baja al igual que sus frecuencias. Encontramos conceptos como volumen (68), masa (30), temperatura (128), presión (41) y densidad (7). El concepto temperatura es el más abordado a lo largo de los distintos cursos, lo que contrasta con densidad (7) que tiene una baja frecuencia pese a ser abordado en cuatro cursos. Llama la atención que el concepto de masa sea presentado tardíamente en séptimo básico pese a que densidad aparece en quinto básico.

Sobre los conceptos relacionados con teorías, leyes y modelos, se presentan con una baja diversidad conceptual (17), destacando los modelos atómicos (79), las leyes de los gases (23) y las leyes ponderales (11). Los modelos atómicos son los que presentan mayor continuidad, dado que son tratados en séptimo y octavo año de primaria, y en primer año de secundaria.

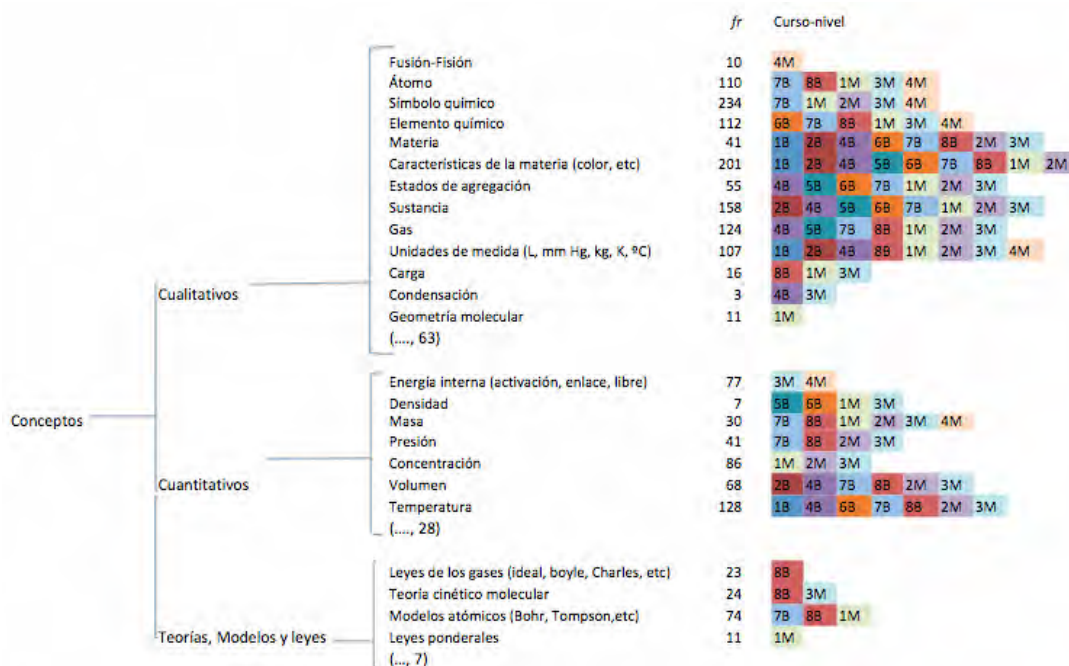


Figura 2: Mapa Distribución Conceptual Cuantitativo-Cualitativo
(fr = Frecuencia; B = Primaria; M = Secundaria)

b) De los conceptos generales y específicos (Figura 3)

En relación a los conceptos generales, apreciamos una alta diversidad y discontinuidad (fragmentación) aún mayor, a lo largo de la trayectoria formativa, exceptuando los conceptos de características de la materia (201), materia (41) y estados de agregación (55) que están presentes en la mayoría de los cursos de primaria y secundaria. Se distinguen también conceptos que son tratados en un solo curso, como el concepto de proceso que teniendo una alta frecuencia (105) y se trata solo en tercer curso de secundaria.

Los conceptos específicos presentaron una mayor diversidad que los generales. Se observaron conceptos en varios de los cursos, destacando los ya señalados como sustancia, gas, unidades de medida, a los que se suma líquido (85) y sólido (68). Por otro lado, también observamos conceptos que son presentados en un solo curso (primero de secundaria), tales como fuerzas intermoleculares (30), los cuales son necesarios que para explicar los estados de la materia a nivel microscópico.

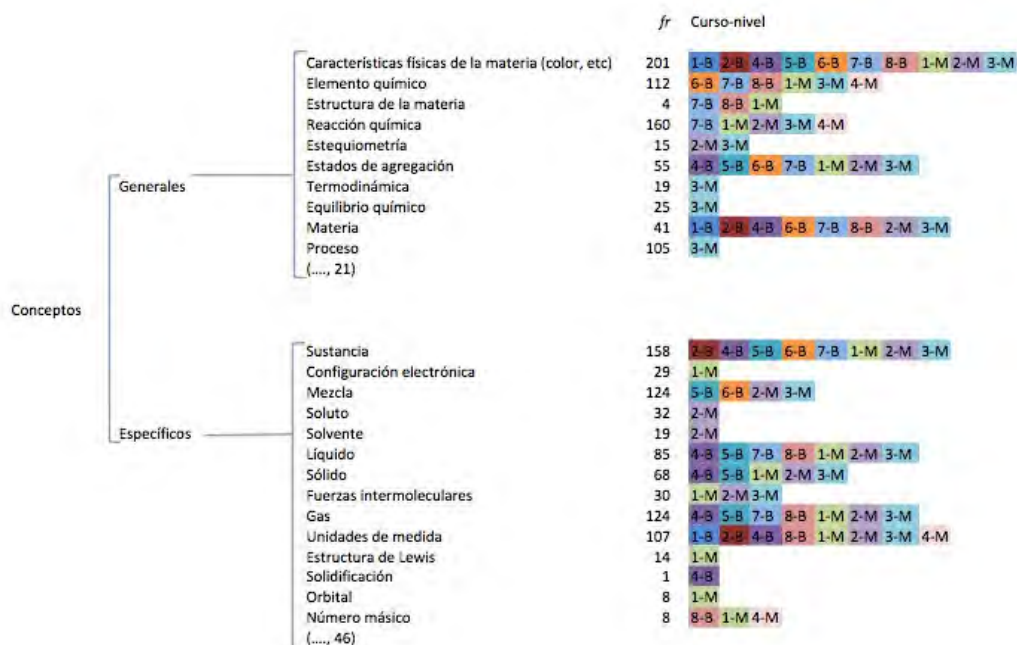


Figura 3: Mapa Distribución Conceptual Generales-Específicos (fr = Frecuencia; B = Primaria; M = Secundaria)

c) De los conceptos macroscópico, microscópico y simbólico (Figura 4)

En el nivel macroscópico existe una diversidad de 14 conceptos con una alta frecuencia (946). En relación a estados de la materia, los conceptos sólido y gas muestran una tendencia y presencia continua que comienza en cuarto curso de primaria y finaliza en tercero de secundaria. Los cambios de estado de la materia como solidificación (1), condensación (3), evaporación (11) y fusión (8) se muestran discontinuos en su selección, estando presentes en cuarto y sexto de primaria y, segundo y tercero de secundaria, además de presentar una baja frecuencia.

El nivel microscópico contempla 18 conceptos relacionados con la estructura atómica con una frecuencia total de 552. De estos conceptos, el de átomo (110) es el concepto vertebrador siendo tratado por primera vez en séptimo de primaria. Situación similar a la anterior la observamos para el concepto de molécula (77) que es presentado en séptimo básico hasta cuarto medio. En relación a las partículas subatómicas encontramos el concepto de electrón (58), protón (19) neutrón (19), y núcleo (14).

El nivel simbólico incorpora 15 conceptos con una frecuencia total de 934. Las unidades de medida son tratadas tempranamente en el segundo curso de primaria hasta el tercero de secundaria, mientras que fórmulas (300) y símbolos químicos son concentrados entre primero de secundaria y tercero de secundaria.

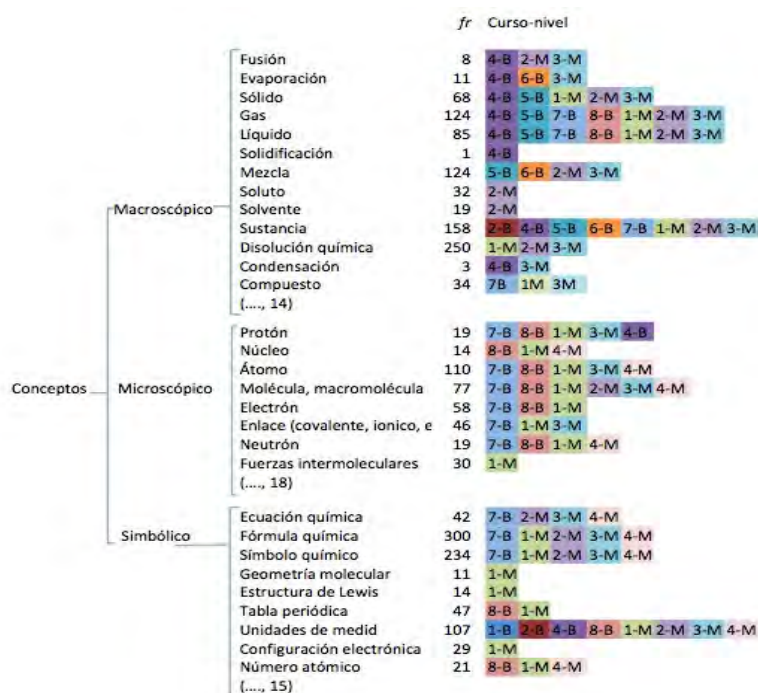


Figura 4: Mapa Distribución Conceptual Niveles de Representación
(fr = Frecuencia; B = Primaria; M = Secundaria)

d) Análisis comparativo

La selección de los contenidos presenta una tendencia que va desde lo concreto como son las características de la materia, a lo más abstracto, como por ejemplo, modelo atómico. Los resultados dan cuenta de un énfasis en los primeros años de escolaridad, del nivel macroscópico para el contenido “materia”. Destacan conceptos generales como materia y estados de agregación, los cuales son complementados con otros conceptos macroscópicos (sustancia, sólido, líquido, gas). Sin embargo, también se aprecia una discontinuidad en la trayectoria formativa, tanto para conceptos generales como para específicos.

Al respecto, llama la atención que el concepto de átomo sea presentado tardíamente en séptimo básico y no antes, al igual que otros como molécula y partículas subatómicas. Desde el punto de vista disciplinar hay una introducción lógica comenzando del concepto materia en primero básico, seguido de sustancia en segundo básico, mezcla en quinto básico, compuesto y átomo en séptimo básico. No obstante, desde el punto de vista pedagógico se requiere una descripción de la naturaleza corpuscular de la materia no tan fragmentada, ya que es posible que el estudiante no logre distinguir en séptimo año entre compuestos y mezcla, o entender los compuestos como agrupaciones de átomos sueltos e independientes (Sosa y Méndez, 2011).

A lo anterior, se suma la gran cantidad de conceptos que deberá aprender el estudiante abruptamente en un curso y no de manera progresiva, donde conceptos microscópicos (oxidación, isótopo) como simbólicos (tabla periódica, configuración electrónica) no han sido introducidos en cursos anteriores. En esta línea, se distinguen conceptos cuantitativos que se relacionan tanto con los niveles macroscópico (masa), como microscópico (electronegatividad, radio atómico) y simbólico (pH) que están ausentes en varios cursos.

CONCLUSIONES

En relación a las preguntas que nos planteábamos, podemos señalar que:

Los programas de estudio de ciencias chilenos presentan diversos conceptos (cuantitativos, cualitativos, generales y específicos), sin embargo, la mayoría son macroscópicos y con una trayectoria y progresión discontinua. Aunque la diversidad y amplitud parece ser adecuada, no existe una articulación coherente en y entre los distintos cursos, presentándose vacíos conceptuales lo cual impediría una secuenciación adecuada de los mismos. Además, la mayoría no aborda de manera integrada lo macroscópico, microscópico y simbólico, para los conceptos relacionados con materia. De hecho, la tendencia indica que los niveles se presentan fragmentados a medida que se avanza en los cursos.

En la selección de los contenidos de los programas, existen deficiencias en la secuenciación de los conceptos específicos microscópicos que permitan enseñar y explicar el contenido materia, por ejemplo, átomo y/o molécula se presentan tardíamente. Consideramos que la enseñanza de la química, es un proceso progresivo, y en ninguno de los casos puede ser fragmentado. Por esta razón, la presentación de los contenidos debe considerar los niveles de representación de manera gradual, es decir, de lo general a lo particular. Así el estudiante podrá construir su conocimiento con la nueva información, a partir del conocimiento e ideas previas que haya adquirido a lo largo de su formación escolar (Galagovsky, 2004). De esta forma, mejorar la comprensión de los fenómenos químicos y los aprendizajes, pasa por un buen diseño de la enseñanza, que incluya los tres niveles de representación y una adecuada selección de los contenidos. Lo anterior, tiene directa relación con mejorar la calidad de los aprendizajes en esta disciplina, ya que la enseñanza en los tres niveles mejora la comprensión conceptual y facilita la adquisición de conceptos más complejos y la interrelación con otros más generales (Ziad y BouJaoude, 2011).

Por último, si lo que encontramos son vacíos e inconsistencias entre los distintos niveles de representación a lo largo de los programas de estudio, esto nos indicaría la necesidad de preparar a los profesores y futuros profesores para enfrentar tales dificultades. De tal manera, que los profesionales de la educación puedan diseñar estrategias de enseñanza que integren la triada química, y por lo tanto, llenen los vacíos y eliminen las inconsistencias que presentan estos referentes curriculares utilizados para la planificación en el aula.

BIBLIOGRAFÍA

Benarroch, A. (2001). Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 123-134.

Caamaño, A. (2007). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo. En M. Izquierdo, A. Caamaño, & M. Quintanilla, *Investigar en la enseñanza de la química Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (págs. 19-39). Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.

Chittleborough, G. (2004). *The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Students' Mental Models of Chemical Phenomena*. Tesis Doctoral. Curtin University of Technology. Último acceso el 30 de mayo de 2012, desde

http://espace.library.curtin.edu.au/R/?func=dbin-jump-full&object_id=15381&local_base=GEN01-ERA02.

Contreras, S. (2009). El conocimiento disciplinar en ciencias naturales de los futuros profesores de EGB de la Universidad de Santiago de Chile, una contribución al conocimiento profesional. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias* .

Galagovsky, L. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.

Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry. Education Research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76 (4), 548-554.

Garriz, A., y Trinidad-Velasco, R. (2006). conocimiento pedagógico de la estructura corpuscular de la materia. *Educación Química* , 17 (10), 114-142.

Gilbert, J., y Treagust, D. (2009). *Models and Modeling in Science Education. Multiple Representations in Chemical Education*. UK-Australia: Ed. Springer.

Gillespie, R. (1997). Reforming the General Chemistry Textbook. *Journal of Chemical Education* , 74 (5), 484-485.

González, C., Martínez, M., Martínez, C., Cuevas, K., y Muñoz, L. (2009). 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*, XXXV (1), 63-78.

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la Química: Contextualizar y Modelizar. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 92 (4/6), 115-136.

Johnstone, A. (2000). Teaching of chemistry-Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (1), 9-15.

Liu, X., y Lesniak, K. (2006). Progression in children's understanding of the matter concept from elementary to high school. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (3), 320-347.

Martín Del Pozo, M. (2001). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias* , 19(2), 199-215.

Meza, A., Ramírez, L., Sánchez, B. y Zambrano, R. (2009). *Criterios de selección de contenidos curriculares y la forma de presentarlos en el aula*. Tesis Doctoral. Pontificia Universidad Javeriana.

Osses, S., Sánchez, I., & Ibáñez, F. (2006). Investigación cualitativa en educación. Hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios Pedagógicos* , XXXII (1), 119-133.

Pascual, C., Araceli, M., & Sánchez, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículum oficial, en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 17–32.

Treagust, D., y Chandrasegaran, A. (2009). The efficacy of an Alternative Instructional Programme Designed to Enhance Secondary Students' Competence in the Triplet Relationship. En J. Gilbert, O. DeJong, R. Justi, D. Treagust, y J. VanDriel, *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (págs. 151-168). New York: Kluwer Academic Publishers.

Sosa, P., y Méndez, N. (2011). El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla. *Educació Química*, (8), 44-51.

Ziad, L., y BouJaoude, S. (2011). A Macro-Micro-Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 1-26.

Las conductas de investigación del alumnado como eje vertebrador del diseño de actividades innovadoras para la escuela

Luis Hernández Abenza y Carmen Hernández Torres

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. abenza@um.es

RESUMEN:

El trabajo recoge una experiencia de diseño de actividades de enseñanza, para la formación del profesorado de educación infantil y Primaria, diseño realizado en un marco de referencia en el que se favorece la utilización de conductas de investigación por parte del alumnado, de tal forma que a través de estas actividades pueden aprender, creemos que de forma eficiente, en un ambiente de comunicación, creatividad y motivación.

Palabras clave: conductas de investigación, diseño actividades, formación del profesorado, innovación.

INTRODUCCIÓN

Los resultados de la evaluación de los centros y programas de educación superior, realizados en algunos países europeos (encuesta TALIS, 2009, realizada por la OCDE, y la realizada por la fundación FUHEM, 2010), así como informes sobre la formación del profesorado realizados a nivel mundial (informes Mckinsey, 2007 y 2010), han mostrado que es insuficiente la calidad de determinados programas de formación para los futuros docentes, los cuales demandan una formación continuada que resuelva eficazmente los problemas encontrados en su actuación docente. Las conclusiones más destacadas en este sentido son las siguientes:

- Los resultados en general reflejan principalmente el interés por aprender y de mejorar que tienen los profesores. Habría pues que fomentar mejoras en el ámbito educativo destinadas a integrar el desarrollo profesional de los docentes en el conjunto de su actividad laboral y en el funcionamiento de los centros que les acogen. El informe indica también que una política escolar en la que se informe a los docentes sobre su rendimiento favorece su desarrollo profesional.
- Las respuestas a la pregunta acerca de la importancia de los distintos contenidos que se incluyen en la formación inicial, refleja todavía la concepción clásica de que para ser buen profesor lo único importante son los conocimientos disciplinares. Siendo importante el dominio del conocimiento a impartir, resulta evidente que no lo es menos el encontrar la forma eficiente para enseñarlo (Hernández y Torres, 2011a).
- El profesorado que se considera que mejor formación inicial recibe es el de Educación Infantil y Educación Primaria y la inmensa mayoría de los encuestados considera necesario que el profesorado universitario incremente cualitativamente su formación pedagógica.

- El 60% del profesorado considera que las enseñanzas de Magisterio mejorarán con el nuevo plan de estudios de cuatro años de duración y el 83% de Primaria creen que la formación inicial del profesorado de Secundaria debería ser una carrera propia como en Primaria.
- Respecto a Europa y el proceso de reforma emprendido en el marco del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior), es pronto para valorar los resultados que se están obteniendo (más aún en el caso español), aunque ya se evidencian dificultades relacionadas con la ratio alumnos-profesor, variable vital para poder trabajar con acciones innovadoras.
- Resultados en la misma línea aparecen en el informe Mckinsey (2007 y 2010), fruto del análisis de los 10 mejores sistemas educativos del mundo, en el que se destaca, como conclusión más interesante, que el nivel educativo de un país depende sobre todo de la formación, motivación y aprendizaje permanente de su profesorado.

En función del análisis de los resultados de estas encuestas e informes sobre formación del profesorado, obtenidos en el marco real educativo, podemos concluir, como idea más global, que hemos de abordar la formación, no delimitando nuevos principios pedagógicos o configurando paradigmas educativos para futuras reformas, sino ayudando al profesorado en la toma de decisiones sobre el diseño de propuestas didácticas concretas, en consonancia con el marco real de su actuación docente (Hernández y Torres, 2011a).

DELIMITACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

El marco global en el que hemos diseñado y aplicado las actividades y recursos didácticos explicitados en este trabajo y fundamentados en función del análisis de la situación de formación del profesorado, incluye los tres elementos siguientes:

- Enfoque constructivista en la secuenciación y tipo de actividades propuestas
- Potenciación de la expresión oral y escrita del alumnado, concretada en un vocabulario funcional y variado, necesario para la consecución de los objetivos de la actividad y para el aprendizaje de los contenidos científicos implicados en ella (Hernández y Torres, 2011 b).
- La puesta en juego de conductas de investigación en el alumnado, que implique la consecución eficiente de los objetivos de la actividad y, sobre todo, la contribución a incrementar el grado de autonomía de los niños y niñas, ofreciéndoles la oportunidad de “trabajar” y resolver problemas, tal como lo hacen los adultos.

El primer elemento, sobre estrategias de enseñanza que estén referenciadas en la teoría del aprendizaje constructivista (Driver, 1986; Driver et al, 1989) es de sobra conocido y no hace falta comentar aquí nada más al respecto de dicha fundamentación, sino más bien concretar las secuencias de actividades en las sucesivas fases de dicho modelo constructivista, ya ampliamente trabajado por nosotros (Hernández, 1993; Hernández, 2008).

En cuanto a la necesidad de potenciar la expresión oral y escrita para el aprendizaje de contenidos de ciencias es una afirmación justificada, entre otras aportaciones en el trabajo de Hernández y Torres (2011b), en el que se evidencia las limitaciones expresivas de los niños y niñas e, igualmente, se proponen líneas de actuación didáctica para mejorar dicha expresión oral y escrita en la realización de las actividades de ciencias.

El tercer elemento, referido a desarrollar las conductas de investigación del alumnado, es en el que más está centrado nuestro trabajo. En este sentido, concretamos algunas actividades de enseñanza para las tareas docentes del profesorado de infantil y primaria, planificadas y desarrolladas en un contexto en el que se manifiestan las conductas de investigación que los niños y niñas tienen y pueden poner en juego en el desarrollo de dichas actividades. Trabajando desde esta perspectiva, creemos que se puede contribuir a satisfacer algunas de las demandas de formación expresadas en el análisis anterior, aportando este tipo de actividades en las que se evidencia claramente la interacción de alumnos y profesor con la actividad o recurso determinado, pues de la calidad de esa interacción depende el grado de innovación y eficiencia de nuestras propuestas didácticas.

La inclinación de los estudiantes a lo lúdico, casi obliga a pensar en una estrategia didáctica en la que haya un proceso que se inicie en actividades de juego y derive hacia conductas de investigación. En la infancia el juego es una actividad ligada al desarrollo humano, dado que es mediador de la actividad psíquica y un elemento importante en la socialización. En la edad adulta, las conductas de juego - investigación como estrategia didáctica deben potenciar zonas de desarrollo intelectual y posibilitar la inserción de la teoría en el espacio de la diversión. En síntesis, el juego ideal para que aparezcan conductas de investigación en el alumnado es aquel cuyas exigencias son mayores a las habituales. Si el juego exige demasiado poco el niño se aburre y si tiene que ocuparse de muchas cosas, se vuelve ansioso. El estado ideal de un juego de aprendizaje es el que se produce en una zona próxima entre el aburrimiento y la ansiedad, y en la que suelen aparecer las conductas de investigación

En las diferentes acciones implicadas en los juegos de los niños y niñas, aparte de las conductas propias del juego, aparecen a veces también, de forma espontánea, algunas conductas de investigación, sobre todo en función de la curiosidad que suscita el tipo de juego y las características novedosas de los objetos utilizados. Es cuestión pues de diseñar estrategias didácticas que potencien el desarrollo de conductas de investigación en el alumnado, desde los primeros niveles educativos, a través de un proceso que se inicia con el juego como recurso didáctico, continúa con conductas de juego – investigación y se consolida, en el tercer ciclo de Educación Primaria, con actividades de investigación sobre interrogantes prácticas que los niños y niñas se hacen sobre el entorno cotidiano que les rodea. Las conductas de investigación suelen incluir aspectos como:

- Conocer las propiedades del objeto
- Presentan un carácter más definido y mejor secuenciado de respuestas (ejemplo: *mira el objeto, se acerca, lo observa atentamente, hace una primera manipulación, observa el resultado de su acción, vuelve a manipular buscando otras respuestas del objeto, observa resultados de su acción, fija su atención en otros elementos del objeto..*)
- La expresión facial es de concentración y la exploración visual está sincronizada con la manipulación

SECUENCIACIÓN POR NIVELES DE ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA DISEÑADAS EN EL MARCO DE LAS CONDUCTAS DE INVESTIGACIÓN DEL ALUMNADO

Destacamos a continuación algunas de las actividades realizadas en el aula de Infantil y Primaria, por parte de alumnos de formación del profesorado, en el contexto del marco metodológico en el que nos hemos referenciado, descrito más arriba. Las actividades están categorizadas en función de dos criterios: actividades generales de “juego – investigación”, en las que hay una evolución lógica, a lo largo de los diversos niveles educativos, desde juegos con sugerencias de indagaciones, hacia actividades de mayor complejidad centradas en investigaciones básicas escolares. El segundo criterio agrupa a actividades de “juego – investigación” relacionadas con diversas temáticas que son objeto de interés y demanda educativa por parte de la sociedad (las famosas temáticas transversales como educación para la salud, para el consumo, educación vial,.. entre otras). Por razones de espacio, indicamos en general tipos y títulos de actividades, describiendo un poco más algunas de las más novedosas.

Actividades en Educación Infantil

Actividades “juego – investigación”	-Actividades con juguetes traídos de casa -Disfraces e imitación de plantas y animales -Imitar adultos (tareas y oficios) -Interrogantes sobre el Medio Natural
Actividades relacionadas con temáticas de demanda social	-Juegos en el entorno ambiental: <i>juego del “veo, veo” sobre recogida de residuos</i> -Juegos con agua: interacción con otros materiales -Juegos con rodillos y planos (educación vial) -Juegos de tiro al blanco (materiales de reciclaje)

Ejemplo de actividad “Interrogantes sobre el Medio Natural”: Título actividad: “...Y estos animales ¿vuelan, nadan o caminan por la tierra?” (fase de construcción de ideas; contenido procesual implicado: clasificación):

Se utilizan siluetas con dibujos de diversos animales y tres aros de colores distintos (cada color un medio distinto: aire, agua y tierra) puestos en el centro de la clase y los niños alrededor. La profesora se sienta con ellos y va llamando a los niños de uno a uno y les da un animal del montón: tienen que observarlo detenidamente y colocarlo en el interior del aro correspondiente. Se pregunta al grupo opiniones de acuerdo o desacuerdo.

Se plantean diversas cuestiones de interacción durante el desarrollo de la actividad, respetando especialmente, mediante refuerzos para motivarlos, a los alumnos más indecisos e inseguros ante la clasificación a realizar. Se procura un ambiente lúdico y cooperativo en la parte final de la actividad, cuando confeccionan las láminas con los diversos grupos de animales. La actividad termina coloreando algunos animales de cada grupo y pegándolos en láminas.

Actividades en Educación Primaria, primer ciclo

Actividades “juego – investigación”	<ul style="list-style-type: none"> -Juegos con imanes: “¿atrae o no atrae?”; “juegos de magia” -Juegos con péndulos: <i>construcción de un péndulo grande colgado del techo de la clase</i> -Juegos - investigación con juguetes traídos de casa
Actividades relacionadas con temáticas de demanda social	<ul style="list-style-type: none"> -Juegos sobre educación vial: <i>adivinar y nombrar señales de tráfico más conocidas</i> -Juegos para consumir bien: “¿de qué es tu bocadillo?” -Juegos sobre hábitos de salud: <i>limpieza de dientes, aseo externo personal</i> -Juegos sobre educación ambiental: “¿dónde tiramos los papeles usados?”

Ejemplo de actividad: *Juegos con péndulos* (fase de aplicación de ideas): Construcción de un péndulo grande colgado del techo en el centro del aula, con cuerda y envase redondo grande de detergente (vacío y lleno de diversos objetos de la clase); fomentar sugerencias de acciones del alumnado y la interacción mediante preguntas. Preguntas de identificación (¿qué sucede cuando...?); de interpretación (¿por qué pasa esto?); de predicción (¿Qué pasaría si...): se pueden ir variando las condiciones para plantear nuevas preguntas (ej rellenar el tambor vacío, cambiar dirección; poner a compañero enfrente a distancias diferentes,..) y comprobar predicción); preguntas de aplicación, planteando situaciones parecidas en otros contextos cotidianos (ejemplos: reloj de péndulo; balancín del parque; “lianas” de Tarzán,...).

Actividades en Educación Primaria, segundo ciclo

Actividades “juego – investigación”	<ul style="list-style-type: none"> -Juegos con circuitos eléctricos: “¿conduce o no conduce?”: <i>con objetos personales y de la clase</i> -Juego - Investigación con juguetes novedosos -Análisis de juguetes caseros (cómo funcionan por dentro)
Actividades relacionadas con temáticas de demanda social	<ul style="list-style-type: none"> - Juegos - investigación sobre educación vial: <i>concursos sobre identificación y clasificación de señales de tráfico</i> - Juegos - investigación para consumir bien: <i>enumerar y clasificar alimentos consumidos en las principales comidas de un día</i> - Juegos - investigación sobre hábitos de salud: <i>identificar hábitos de salud cotidianos mediante representaciones mímicas</i> - Juegos - investigación sobre educación ambiental: <i>construir diferentes envases para reciclaje de basuras, utilizándolos en el colegio</i>

Ejemplo de actividad: *Juegos con circuitos eléctricos* (fase de construcción de ideas o fase de aplicación, en función del tipo de preguntas y del papel del maestro y del alumnado en las respuestas a las preguntas de los diversos niveles: identificación, interpretación,..):

Fomentar sugerencias de acciones del alumnado y la interacción mediante preguntas. Preguntas de identificación (¿qué sucede cuando...?); de interpretación (¿por qué pasa esto?); de predicción (¿Qué pasaría si...): se pueden ir comprobando la conductividad eléctrica de diversos y nuevos materiales (propuestos por el maestro y/o por los propios alumnos), previa pregunta de predicción antes de realizar la experiencia (materiales y objetos como sacapuntas, goma de borrar, lápiz, anillos, pendientes, reloj, aire, agua en un vaso, ropa,...); preguntas de aplicación, planteando situaciones parecidas en otros contextos cotidianos (ejemplos: por qué los cables de corriente llevan un “envoltorio” de plástico o goma fina de colores; ¿cómo funciona un *interruptor de corriente* y por qué funciona así?,...).

Actividades en Educación Primaria, tercer ciclo

<p>Actividades trabajos prácticos tipo “investigación escolar”</p>	<p>-¿Cuánto mide nuestro cuerpo? -¿Cómo funciona este juguete?: Análisis de componentes de un juguete: <i>desmontar, identificar elementos y montar.</i> -¿Por qué no funciona esta linterna?: diseño experimental para identificar la avería.</p>
<p>Actividades relacionadas con diversas temáticas de demanda social</p>	<p>-Investigación sobre educación vial: <i>¿Qué significan estas señales de tráfico?:</i> concurso realizando itinerarios, en parque vial de tráfico, respetando diversas señales de tráfico. - Actividades para consumir bien: <i>Investigación sobre tipos de alimentos consumidos en las principales comidas de un día, indagando sobre la aportación de nutrientes en cada caso.</i> -Actividades sobre hábitos de salud: <i>investigación sobre hábitos de salud cotidianos de los niños y niñas de la escuela.</i> - Actividades sobre educación ambiental: <i>investigación sobre conductas cotidianas de los niños y niñas de la escuela sobre las basuras que generan y hábitos de reciclaje de las mismas.</i> - Representaciones de breves obras teatrales sobre textos y relatos históricos de la ciencia y el trabajo de los científicos: <i>ejemplo, descubrimientos de Arquímedes, Edison..</i></p>

Ejemplo investigación escolar: “¿Cuánto mide nuestro cuerpo?” (fase de aplicación de ideas):

Se utiliza una báscula, una vara de medida de altura, un diagrama de pared para apuntar las medidas con dos columnas de peso y altura. Se hacen dos grupos frente a cada instrumento de medida, explicándoles cómo proceder para pesarse y medirse (la profesora se mide y pesa delante de todos). Que manipulen y observen cada instrumento

y su escala de medida. Que midan su propio cuerpo: mientras un niño se mide, con ayuda del grupo, con cada instrumento, los demás actúan de observadores de las medidas. Comparan y relacionan sus medidas. Pueden realizar estimaciones de medidas de alumnos de otra clase (tercer ciclo).

Cuestiones para la interacción con los alumnos: ¿para qué sirve el peso?, ¿y la vara de medida?, ¿os han pesado y medido alguna vez?, ¿por qué yo mido y peso mucho más que vosotros?, ¿por qué es bueno que os midan de vez en cuando?...

CONCLUSIONES

Destacamos, de forma conjunta, las conclusiones más relevantes de la aplicación y evaluación de las actividades de enseñanza y los recursos y materiales didácticos desarrollados en el contexto de los tres elementos metodológicos en el que nos hemos referenciado, concretados especialmente en el desarrollo de conductas de investigación en el alumnado:

- En general, en la mayoría de las actividades realizadas, al analizar la secuenciación por niveles, destaca una evolución en el alumnado de conductas de juego hacia las de investigación, con un alto porcentaje, en todos los niveles, de acciones fruto de la iniciativa de los niños y niñas y con una interacción espontánea entre ellos a la hora de proponer nuevas acciones sobre los objetos manipulados.
- En la mayoría de los juegos - investigación propuestos, esta interacción espontánea que aparece entre los miembros del grupo, no suele ser aprovechada por el monitor/a (alumno de formación inicial del profesorado) para un mejor éxito de la actividad, pues suele estar más pendiente de la consecución de los objetivos de aprendizaje previamente planificados. En determinados juegos (los que requieren menos espacio y poca movilidad de los alumnos en sus acciones), aparece también una interacción maestro – niños en la que predomina un papel directivo en exceso por parte del adulto, condicionando las iniciativas de los niños y niñas y, por lo tanto, el desarrollo creativo de la actividad.
- Otra problemática detectada en la interacción de los maestros en formación con el alumnado es que les cuesta observar, y sobre todo interpretar, las acciones de los niños y niñas sobre los objetos y, por lo tanto no pueden actuar en consecuencia. De hecho, más del 40% de las preguntas que los maestros hacen a los miembros del grupo suelen provocar discontinuidad en las acciones que estaban realizando.
- Como propuesta de actuación futura en la realización de este tipo de actividades, es necesario pues contribuir a solucionar estas variables “negativas” en el papel del profesorado en formación, como el papel directivo del maestro y su falta de experiencia en acompañar al niño en sus “investigaciones”, fomentando la interacción con preguntas y sugerencias que incrementen el éxito de la actividad. Aún así, en el caso de nuestro trabajo, no han supuesto un obstáculo significativo para el logro de resultados positivos al final de la experiencia, por lo que hemos de plantear estrategias didácticas, en la formación del profesorado, a través de las cuales los futuros maestros aprendan y ejerciten el papel necesario requerido para este tipo de actividades, consistente en potenciar las conductas de investigación del alumnado, fomentando y facilitando la iniciativa e imaginación de los niños y niñas, así como a saber interpretar las acciones y explicaciones que hagan fruto de dicha iniciativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (eds.) (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata-MEC.
- Fundación FUHEM (2010). *Encuesta sobre formación y desarrollo profesional de los docentes en España*. Enlace <http://www.fuhem.es/educacion/>. Consultado el 16 de Abril de 2012
- Hernández Abenza, L.M. (1993). Tareas de planificación del módulo La Energía y los Recursos Energéticos en el marco de la Formación del Profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 247-254.
- Hernández Abenza, L.M. (2008). La enseñanza de la energía desde la óptica de la convergencia europea: Una propuesta para la formación del profesorado de Educación Primaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. 22, 241-252.
- Hernández Abenza, L. y Hernández Torres, C. (2011a). Hacia un modelo dinámico y eficiente de formación del profesorado. *REIFOP*, 14(1), 53-66. (Enlace web: <http://www.aufop.com>).
- Hernández Abenza, L. y Hernández Torres, C. (2011b). La expresión oral y escrita como proceso clave en el aprendizaje de las ciencias. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 25, 213 – 222.
- Mckinsey & Company, (2007). *Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor rendimiento del mundo para alcanzar sus objetivos*. Informe Mckinsey 2007.
- Mckinsey & Company, (2010). *Cómo siguen progresando los sistemas educativos del mundo que más han mejorado*. Informe Mckinsey 2010.
- OCDE (2009). *Encuesta TALIS*. Enlace: <http://www.oecd.org/document/52/0,3343.es.html>. Consultado el 17 de Abril de 2012.

Planificación Docente en el Máster en Ciencia y Tecnología en Termalismo y Balneoterapia

Legido, J.L., Meijide, R., Mourelle, L., Casás, L.M.

Departamento de Física Aplicada. Facultade de Ciencias do Mar. Universidade de Vigo. Vigo. xllegido@uvigo.es

RESUMEN

El máster internacional entre la Universidad de A Coruña, Universidad de Vigo y Universidad Victor Segalen Bordeaux 2 es una oferta de postgrado de calidad útil para los grados/licenciaturas en Medicina, Farmacia, Biología, Química, Física, Ciencias del mar, Fisioterapia, Enfermería, Terapia Ocupacional, Ingeniería Química, Geología, y varias Ingenierías con la posibilidad de formación especializada, así como una vía para la formación de profesionales y doctores en dichos grados. Ello es debido al enfoque multidisciplinario del termalismo, que involucra varias disciplinas y ciencias. En este trabajo se presenta la experiencia docente que se realiza en el primer curso de implantación, 2011-2012.

Palabras clave

Termalismo, Máster, Postgrado.

INTRODUCCIÓN

El sector del termalismo y la balneoterapia está inmerso actualmente en un proceso de claro desarrollo, motivado por un aumento de la demanda por parte de la población y por la modernización de las instalaciones termales con la introducción de nuevas técnicas, y del trabajo de profesionales cada vez más cualificados para satisfacer una demanda cada vez más exigente y compleja. En la Comunidad Autónoma Gallega, con un claro apoyo de las Instituciones Autonómicas a este sector, se está viviendo una etapa de resurgimiento y popularización de los balnearios lo que ha supuesto un importante incremento económico del sector, generando riqueza e innovando el sistema productivo. No obstante, el aprovechamiento es todavía insuficiente, utilizando una pequeña parte del potencial termal y mineral, y apenas se ha potenciado la investigación ni la innovación que será el germen del desarrollo sostenible.

En Europa, y particularmente en Francia y en Italia, se ha incrementado el apoyo a la investigación en este campo caracterizado por su particularidad y multidisciplinariedad. El termalismo y la balneoterapia en Europa, hoy en día, requieren profesionales de muy diversos ámbitos científicos, altamente cualificados para poder afrontar los nuevos retos a los que se enfrenta este sector, tanto en el ámbito profesional como en el investigador.

Este programa máster pretende ser multidisciplinar, abarcando todas las áreas que confluyen en el desarrollo de esta actividad desde el punto de vista tanto empresarial como científico e investigador. Así, se integran en él las siguientes disciplinas: Hidrología Médica, Química, Física, Geología, Microbiología, Tecnología, Control de Calidad, Gestión y Legislación.



Figura 1. Balneario de Mondariz

El programa de este postgrado está orientado a desarrollar y mejorar la formación del alumnado de las siguientes titulaciones: Medicina, Farmacia, Biología, Química, Física, Ciencias del mar, Fisioterapia, Enfermería, Terapia Ocupacional, Ingeniería química, Geología y otras Ingenierías brindando al alumnado de esas titulaciones la posibilidad de formarse e integrarse en líneas de investigación muy concretas, desarrolladas por equipos de investigación de reconocida solvencia y prestigio.

Es importante resaltar que, aunque las 3 universidades participantes impartirán la mayor parte de los contenidos del título cada una de ellas, una de las características de este máster es que cada Universidad posee una clara especialización: la Universidad de A Coruña en los aspectos médicos y de ciencias de la salud, biológicos, químicos y geológicos del termalismo y la balneoterapia; la Universidad de Vigo en los aspectos físicos y la Universidad Victor Segalen Bordeaux 2 en los aspectos tecnológicos y de control de calidad de las instalaciones termales y de centros de agua. Esta especialización va a potenciar los intercambios de alumnos entre las diferentes universidades.

OBJETIVOS

El objetivo principal del máster es el de formar integralmente al alumnado en las líneas de investigación relacionadas con el campo científico-técnico del Termalismo y la Balneoterapia proporcionando a los post-graduados una formación avanzada, de carácter especializado y multidisciplinar, orientada a promover la investigación en termalismo, dotándolos de las herramientas necesarias para promover la iniciación en tareas investigadoras en diferentes ámbitos en este campo.

Otro objetivo es la actualización de los conocimientos y mejora de la formación de los profesionales relacionados con el sector termal. Para ello se aportarán explicaciones tanto de contenido teórico como práctico, con el objeto de obtener una utilidad que permita la aplicación inmediata de los conocimientos adquiridos por el alumno.

En detalle, los objetivos generales del máster son:

1. Facilitar a los alumnos los conocimientos actuales del termalismo y la balneoterapia, así como de metodología para el desarrollo de la investigación en algunos de sus distintos aspectos: médico-terapéuticos, químicos, físicos, geológicos, biológicos, tecnológicos y de control de calidad.

2. Familiarizar a los alumnos con el manejo y las soluciones de problemas científico-técnicos que afectan al termalismo.
3. Sensibilizar a los alumnos con las conexiones y repercusiones sociales del termalismo.
4. Capacitar a los alumnos para el correcto desarrollo del termalismo en el ámbito científico-técnico.
5. Capacitar a los alumnos para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolución de problemas en entornos nuevos dentro del contexto del termalismo y los centros termales.
6. Preparar a los alumnos para que sepan integrar conocimientos y comunicarlos de un modo claro y sin ambigüedades.
7. Enseñar a los alumnos a continuar ampliando conocimientos de un modo autónomo y autodirigido.

COMPETENCIAS

Las competencias que los estudiantes del máster deben adquirir se encuadran dentro de los Descriptores de Dublín (2003) (respecto a los estudios de Postgrado. En ellos se promueve: el aprendizaje que permita fomentar en contextos académicos y profesionales el avance tecnológico; la capacidad de emitir juicios a través del análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas, y la capacidad de comunicar con sus colegas, con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de sus áreas de conocimiento.

Competencias generales que deben adquirir los alumnos, quedando cubiertas las competencias básicas de los descriptores del Marco Español de Calificaciones para la Educación Superior (MECES):

1. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (interdisciplinares y/o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
2. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
3. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
4. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Y las competencias específicas son las siguientes:

1. Conocimiento, manejo, descripción e identificación de una manera detallada e integrada de todos los aspectos del termalismo y la balneoterapia.
2. Conocimiento y comprensión de las aplicaciones terapéuticas y preventivas del termalismo y la balneoterapia.
3. Reconocimiento de los distintos niveles de organización en los centros balnearios y de talasoterapia.

4. Conocimiento y comprensión de la estructura y las propiedades de las aguas minerales, termales y de todos los productos hidrominerales.
5. Conocimiento de la metodología de investigación en los diferentes ámbitos del termalismo.
6. Comprensión de los riesgos asociados al termalismo.
7. Conocimiento y comprensión de los indicadores de calidad del agua mineral desde los puntos de vista biológico, químico, geológico y terapéutico.
8. Conocimiento y comprensión de los requisitos técnicos para el óptimo diseño de las instalaciones termales.
9. Conocimiento de las fuentes de información en termalismo y las herramientas básicas de informática.
10. Aprendizaje de la metodología de investigación en algunos de los distintos ámbitos del termalismo y balneoterapia: terapéutico, biológico, físico, químico, geológico o tecnológico.
11. Conocimiento de las Instituciones y Organismos públicos y privados, nacionales e internacionales relacionados con el termalismo.
12. Tener un conocimiento amplio de los aspectos éticos y legales del termalismo y la balneoterapia.
13. Adquirir las competencias necesarias para incorporarse como investigador en actividades de I+D+I.

PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

La estructura de las enseñanzas se ha articulado de acuerdo a los objetivos del Máster y las competencias que deberán adquirir los estudiantes en el transcurso del mismo. Para el diseño de este apartado se ha tenido en cuenta el RD 1393/2007, la normativa autonómica “*Liñas Xerais para a implantación dos Estudos de Grao y Posgrao no Sistema Universitario de Galicia*”, la normativa propia de la Universidad de A Coruña “*Normativa para estudos de máster universitario*”. y la normativa de la Universidad de Vigo “*Directrices propias da Universidade de Vigo sobre estrutura e organización académica dos plans de estudos de Grao y Posgrao*”.

TIPO DE MATERIA	CRÉDITOS OFERTADOS	CREDITOS A CURSAR
Obligatorias	27	27
Optativas	42	21
Trabajo fin de Master	12	12
CRÉDITOS TOTALES	81	60

Tabla 1. Resumen de las materias y distribución en créditos ECTS

Asimismo se han seguido los procedimientos PC02 de Revisión y Mejora de las Titulaciones y PC06 de Planificación y Desarrollo de la Enseñanza del Sistema de

Garantía Interna de Calidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de A Coruña.

En líneas generales, el máster se ha estructurado de la siguiente manera (Tabla 1):

- El número total de créditos será de 60 ECTS.
- La relación número de horas/ECTS será de 25.
- La mayoría de las materias son de 3 créditos salvo en algún caso donde debido al elevado volumen de contenidos a impartir se ha ampliado la carga docente a 6 créditos ECTS.
- La docencia se impartirá de modo presencial y semipresencial mediante videoconferencia y para evitar la excesiva movilidad de los estudiantes se intentará duplicar las prácticas de laboratorio en las tres Universidades.
- La docencia se impartirá principalmente en castellano y gallego en las Universidades de A Coruña y Vigo, y en francés en la Universidad Victor Segalen Bordeaux 2. No obstante, el alumno empleará material bibliográfico en inglés.
- Se promoverá la docencia de algunos temas en inglés.
- El número total de créditos se desarrolla en un curso académico con un módulo básico de 27 créditos ECTS de materias obligatorias comunes a cursar el primer semestre incluyendo un Módulo avanzado de 21 créditos ECTS optativos a elegir de un total de 42 créditos ECTS ofertados y un Trabajo fin de Máster de 12 créditos.

- 27 créditos ECTS obligatorios cursados en el módulo básico.

Objetivo: Garantizar la adquisición de conocimientos y herramientas básicas del termalismo y balneoterapia.

Descripción y contenidos: Este módulo incluye el estudio a nivel básico de todos los aspectos de la investigación en termalismo y balneoterapia: clínico-terapéutico, biológico, químico, físico, geológico y tecnológico.

- 21 créditos ECTS optativos a elegir entre una oferta de 42 créditos ECTS.

Objetivo: Profundizar y ampliar los conocimientos y herramientas del termalismo y balneoterapia.

Descripción y contenidos: Este módulo incluye el estudio a nivel avanzado de algunos de los aspectos de la investigación en termalismo y balneoterapia: clínico-terapéutico, biológico, químico, físico, geológico y tecnológico. Se oferta una amplia optatividad para dar la posibilidad de especializarse en los campos más afines a la titulación de acceso. Se incluye en la oferta con carácter optativo prácticas en empresas por un periodo equivalente a 3 créditos ECTS.

- Trabajo fin de máster de 12 créditos ECTS.

El alumno debe realizar un Proyecto Fin de Máster en el que realice un trabajo relacionado con alguno de los aspectos tratados en el Máster. Dicho proyecto será un trabajo de síntesis de los conocimientos adquiridos y además favorece la planificación y estructuración de un proyecto, con lo que el alumno debe organizar, bajo la supervisión del tutor, la estructura y organización de los contenidos y resultados obtenidos. El tutor debe ser un Doctor designado por la Comisión Académica.

MATERIA	semestre	créditos	tipo
Módulo básico	1	27	Obl.
Aspectos epidemiológicos clínicos y terapéuticos del termalismo y la balneoterapia	1 ^{er}	6	Obli.
Biología y termalismo	1 ^{er}	3	Obli.
Química del agua mineral y termal y de los productos derivados	1 ^{er}	3	Obli.
Equipamiento y tecnología de los centros termales y de talasoterapia	1 ^{er}	3	Obli.
Aspectos hidrogeológicos del termalismo	1 ^{er}	3	Obli.
Aspectos físicos del termalismo	1 ^{er}	3	Obli.
Legislación en termalismo. Organización y gestión de centros termales y de talasoterapia. Turismo de salud	1 ^{er}	3	Obli.
Preparación de un proyecto de investigación I	1 ^{er}	3	Obli.
Módulo avanzado	2º	21	Opt.
Avances en Hidrología Médica, balneoterapia y talasoterapia	2	3	Opt.
Investigación en Hidrología Médica, balneoterapia y talasoterapia	2º	3	Opt.
Avances en biología del termalismo	2º	3	Opt.
Ampliación en Química analítica de las aguas minerales, termales y de los productos derivados	2º	3	Opt.
Ampliación en Equipamiento y tecnología termal	2º	3	Opt.
Gestión y seguridad de la calidad de las aguas en los centros con agua	2º	3	Opt.
Avances en Hidrogeología de las aguas minerales y termales	2º	3	Opt.
Física aplicada al termalismo	2º	3	Opt.
Peloides	2º	3	Opt.
Historia y documentación del termalismo	2º	3	Opt.
Preparación de un proyecto de investigación II	2º	3	Opt.
Estadística aplicada	2º	3	Opt.
Seminarios científicos	2º	3	Opt.
Prácticas externas	2º	3	Opt.
Trabajo de Fin de Máster	2º	12	Obli.

Tabla 2. Materias y distribución en curso, créditos ECTS y tipo.

La coordinación de la docencia del Máster y del desarrollo del trabajo fin de máster será función de la Comisión Académica del Máster.

El máster incluye un módulo básico impartido en el primer semestre compuesto por 7 materias obligatorias de 3 créditos ECTS y 1 de 6 créditos ECTS, en donde se proporcionan los conocimientos básicos del mismo. A continuación los alumnos deben cursar 7 materias que elegirán de entre las 14 que se ofertan de 3 créditos sumando un total de 21 créditos. Finalmente el alumno ha de realizar un Trabajo Fin de Máster de 12 créditos dirigido a la investigación científica práctica. En la tabla 2 se presenta un cuadro resumen del plan de estudios.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

En cada materia, cada 3 créditos ECTS se establecen las siguientes actividades formativas:

1. Docencia presencial y trabajo autónomo del alumno y podrán desarrollarse utilizando:

- Clases teóricas: clases de presentación de contenidos, de ejercicios y de discusión.
- Clases prácticas: pizarra, laboratorio y campo. Salidas de estudio.

2. Seminarios.

3. Tutorías.

4. Exposición oral y presentación escrita de trabajos.

Aprendizaje basado en problemas.

La Metodología desarrollada consiste en:

1. Clase magistral. (0,25 CRÉDITO ECTS)

2. Trabajo tutelado en grupo e individual. (0,5 CRÉDITO ECTS)

3. Estudio personal mediante actividad autónoma del alumno. (1,75 CRÉDITO ECTS)

4. Exámenes. Presentación de proyectos, resultados e informes. (0,5 CRÉDITO ECTS)

La evaluación es continua mediante el seguimiento del trabajo del alumno en el aula, las visitas a los centros, los seminarios y las tutorías. También se realizará evaluación continua a través de la entrega y/o exposición de trabajos, resultados, informes, etc

La evaluación del proceso de aprendizaje se realizará mediante exámenes escritos u orales, que podrán incluir pruebas tipo test, pruebas de ensayo de formato diverso, preguntas de razonamiento, preguntas tema y cortas, resolución de problemas y casos prácticos.

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación final numérica de 0 a 10 según la legislación vigente (R.D. 1125/2003 de 5 de septiembre).

CONCLUSIONES

El máster internacional en Ciencia y Tecnología del Termalismo y la Balneoterapia presentado por las Universidades de A Coruña, Vigo y Victor Segalen Bordeaux 2 es una oferta de postgrado muy novedosa de calidad dirigida a los graduados o licenciados en el ámbito de la Ciencias de Salud, Ciencias Experimentales e Ingeniería con la posibilidad de formación especializada, así como una vía para la formación

investigadora para alcanzar el grado de doctor. Presenta un enfoque multidisciplinario del termalismo, que involucra diferentes disciplinas y ciencias.

WEBGRAFÍA

Descriptores de Dublín (2003). Último acceso el 28 de mayo de 2012, desde http://www.jointquality.nl/content/Spanish%20Descriptores_de_Dublin/Spanish_Descriptores_de_Dublin.doc

The official Bologna Process website. Último acceso el 28 de mayo de 2012, desde <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/aboutthiswebsite/>

Estrategia Universidad 2015. Último acceso el 28 de mayo de 2012, desde <http://www.educacion.gob.es/eu2015>

Máster segundo ciclo: especialización. Último acceso el 28 de mayo de 2012, desde <http://www.queesbolonia.gob.es/queesbolonia/nuevos-estudios/master.html>

Posgrado en la Universidad de Vigo. Último acceso el 28 de mayo de 2012, desde http://webs.uvigo.es/vicprof/index.php?option=com_content&task=view&id=1439&Itemid=548

Procedimientos de Calidad. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Vigo. Último acceso el 28 de mayo de 2012, desde <http://www.facultadecdomar.es/index.php/calidade.html>

Elaboración de material docente para la materia “Atmósfera y clima” mediante sistemas informáticos basados en Adobe (PhotoShop, After Effects y Premier)

Legido, N., Gael. G., Legido, J.L.,García-Garabal M.

Departamento de Física Aplicada. Facultade de Biología. Universidade de Vigo. Vigo.
nicolaslegido@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo se presentan documentos audio-visuales docentes elaborados para la materia “Atmósfera y Clima” perteneciente al Grado en Biología de la Universidade de Vigo. Para ello, se han utilizado los programas informáticos *Adobe Photoshop*, *Adobe After Effects* y *Adobe Premiere*. La materia de “Atmósfera y Clima” se engloba dentro de la asignatura “Medio físico” del segundo semestre del primer curso. La experiencia docente ha sido aplicada durante el curso 2011-2012.

Palabras clave

Atmósfera, Clima, Grado en Biología.

Introducción

El rápido avance de las nuevas tecnologías (Sáenz López, 2010) provoca que muchos contenidos de las materias de los nuevos grados y postgrados del espacio europeo de educación superior, estén sufriendo una profunda transformación, ya que las herramientas informáticas de las que se dispone actualmente, permiten una mayor facilidad en la elaboración de materiales docentes. Este hecho, debe ser aprovechado para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de ciencias experimentales, ya que se pueden apoyar los conceptos teóricos sobre documentos audio-visuales que mejoren de forma notable el conocimiento de los aspectos más destacados de los contenidos propuestos en las guías docentes.

La idea fundamental de este trabajo se basa en la aplicación de nuevos programas que ayuden a ejecutar acciones docentes sin limitación a la hora de crear contenidos. Para ello, ahondaremos en el uso de los programas *Adobe Photoshop*, *Adobe After Effects* y *Adobe Premiere*. Hasta la fecha, estos programas se utilizaban principalmente en el mundo del diseño, la publicidad y el cine. La idea ahora, es trasladarlos al mundo de la docencia ya que ofrecen una amplia gama de posibilidades, las cuales, no podrían llevarse a cabo con los sistemas de presentación tradicionales.

La experiencia docente se realizó en la materia de Atmósfera y Clima del Grado de Biología en la Universidade de Vigo. Los contenidos se engloban dentro de la asignatura Medio físico en el segundo semestre del primer curso. El material didáctico consiste en la elaboración de vídeos y presentaciones utilizándolos de modo simultáneo en el aula.

Atmósfera y clima en el grado de biología

Los contenidos de Atmósfera y Clima en la asignatura de Medio físico del Grado de Biología se centran en tres partes:

1. La atmósfera, en la que se describe su estructura, composición y dinámica
2. La meteorología y la climatología, como ciencias que estudian los fenómenos atmosféricos a corto y largo plazo respectivamente.
3. Elementos y factores del clima.

Los objetivos propuestos en la guía docente son:

- a. Comprender las propiedades del medio físico que soportan la vida de un modo integrado.
- b. Adquirir los conocimientos básicos sobre el medio atmosférico y el clima y su trascendencia en Biología.
- c. Comprender los conceptos de cambio global y cambio climático.
- d. Manejar la terminología y conceptos inherentes al medio atmosférico y clima.
- e. Comprender la proyección social de la importancia del medio atmosférico y clima y su interés en el ámbito profesional del biólogo.
- f. Conocer y manejar instrumentación científico-técnica
- g. Manejar la terminología y conceptos inherentes al medio atmosférico y clima.
- h. Comprender la proyección social del medio atmosférico y clima y su importancia en el ámbito profesional del biólogo.

Desarrollo del material docente

El material docente se centró en vídeos y presentaciones realizados utilizando los programas: *Adobe Photoshop*, *Adobe After Effects* y *Adobe Premiere*.

La versión más reciente de Adobe® Photoshop® CS5, redefine la edición digital de imágenes gracias a innovadoras herramientas de fotografía, selección de imágenes de gran calidad y dibujos realistas. Se puede utilizar en aplicaciones multimedia que potencian la creatividad.

El software Adobe® After Effects® CS5.5 permite la creación de gráficos en movimiento y efectos visuales cinematográficos. Transforma las imágenes en movimiento partiendo de documento digitales que se pueden obtener de textos u otras fuentes documentales.

Por último, el software Adobe® Premiere® Pro CS5.5 permite llevar a cabo ediciones más rápidas con compatibilidad con los auténticos formatos originales. Se obtiene un gran rendimiento en cualquier tipo de equipo informático agilizando la colaboración y aumentando la productividad, mediante un robusto flujo de trabajo de edición en varias plataformas.

Para trabajar con este tipo de programas es muy importante la documentación previa y organización de la misma. Se comenzará haciendo un minucioso trabajo de pre-producción, para ello, es necesario conseguir imágenes en la mejor resolución posible. Estas imágenes se pueden obtener en la web o bien escanearlas de publicaciones o cualquier documento impreso.

De acuerdo con el plan de estudios que se quiera elaborar, se organizarán las imágenes en diferentes carpetas y subcarpetas, quedando perfectamente estructuradas según los distintos apartados de los temas.

Una vez organizadas las imágenes se procederá al uso de los diferentes programas. En este caso, se ha utilizado el programa Adobe Photoshop que es el que permite editar las imágenes y organizarlas en el orden que serán proyectadas en la futura presentación.

La organización de las imágenes y el trabajo se hará por medio de “capas”. Las “capas” son, como su propio nombre indica, capas en las que cada una tiene una información diferente, dependiendo de lo que se necesite.

En el interior de las carpetas de trabajo se disponen las distintas capas, donde en cada una irá colocado, en orden de aparición de la presentación, las diferentes imágenes o textos que queramos incluir.

Figura 1. Capas y subcapas de Adobe Photoshop CS5

En la figura 1, se muestra un ejemplo del trabajo llevado a cabo en uno de los bloques temáticos. El tema se estructuró en dos partes. Una la **meteorología**, en la que se ven las variables meteorológicas, los instrumentos de medida y los mapas del tiempo; y la otra, la **climatología**, que se centra en los tipos de clima. En la Figura, podemos distinguir los cuatro apartados mencionados en las cuatro carpetas distintas. Aquí también se muestra un ejemplo de cada una de las capas para las variables meteorológicas, en este caso, hay distintas imágenes, según sea para la temperatura, la presión, la humedad, la cantidad y tipo de precipitación, la dirección y tipo de viento y la cobertura nubosa. Puede haber más de una imagen para cada uno de los apartados pero siempre manteniendo un estricto orden de aparición en la presentación.

Una vez organizadas se pueden tratar las imágenes que así lo precisen, siempre dentro de la misma capa. *Cada capa, una información*. Finalizado el proceso de organización y tratamiento de las imágenes se pasará al siguiente programa, en el cual, podremos realizar los efectos deseados sobre cada una de las capas previamente definidas.

El programa de edición que usamos es el *Adobe After Effects*, que es un software especialmente preparado para crear animaciones. Este programa se rige por paneles en los que se estructurará el espacio de trabajo utilizando líneas de tiempo en lugar de capas.

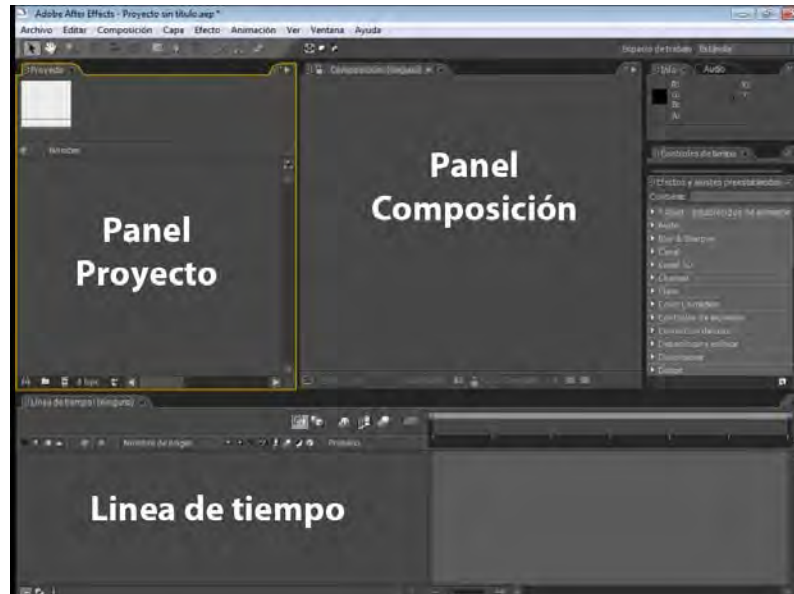


Figura 2. Paneles de trabajo en Adobe After Effects CS5.

En la figura 2, podemos observar los tres paneles principales. En el panel proyecto es donde se colocan las capas de las imágenes previamente tratadas en Photoshop. En el panel composición observaremos el video en tiempo real, para trabajar directamente sobre él. El panel de las líneas de tiempo es fundamental, pues es la base de este programa. Para hacer una analogía, las líneas de tiempo son a *Adobe After Effects* lo que las capas a *Adobe Photoshop*.

Estas líneas de tiempo serán una imagen o texto con un tiempo determinado de duración previamente establecido. Se trabajará con tantas líneas de tiempo como imágenes o textos necesitemos para la presentación.

Editando acciones clave como “los puntos de ancla”, la “opacidad” y las “líneas de tiempo” podremos, por ejemplo, hacer un zoom limpio hacia nuestras imágenes, o bien, trazar un camino que nos ayude a ver, en diferentes perspectivas, la imagen que estamos tratando de dar a entender.

En la presentación de los contenidos se muestra una ilustración en forma de columna que representa las diferentes capas de la atmósfera. Realizando un efecto zoom y trazando un camino, de abajo a arriba, se puede presentar fácilmente cada una de las capas de la atmósfera, apareciendo los textos a medida que la cámara pasa por cada una de ellas (Figuras 3).

After effects, ofrece un ilimitado abanico de posibilidades para los efectos y animaciones que se quieran dar a las imágenes.

Figura 3. Adobe After Effects. Ejecución de la acción " trazado".

Por último, terminaremos la presentación con otro programa, Adobe Premiere. *Adobe Premiere* es un programa de montaje de vídeo, donde también se trabaja con líneas de tiempo, siendo una de ellas la animación completa previamente realizada en *Adobe After Effects*. Desde esta línea de tiempo se le añade lo que se considere más adecuado. Así pues, se puede añadir un archivo de música a la presentación, o bien, una grabación oral de un narrador explicando qué estamos viendo o cualquier otra función que se considere oportuna.



Figura 4. Adobe Premiere, paneles

En la figura 4, se puede observar la estructura similar entre *Adobe Premiere* y *Adobe After Effects*, pero en este caso no será una animación de imágenes, sino simplemente el montaje de la pieza final.

En la documentación, organización, planteamiento previo y orden de trabajo radicará la menor o mayor dificultad del uso de estas herramientas para aplicaciones docentes.

Conclusiones

La utilización de herramientas informáticas como los programas *Adobe Photoshop*, *Adobe After Effects* y *Adobe Premiere*, son de gran utilidad para la preparación de material didáctico en las ciencias experimentales. Esto se pone de manifiesto en la preparación de vídeos y presentaciones, elaborados para la materia de atmósfera y clima del Grado de Biología en la Universidad de Vigo.

BIBLIOGRAFÍA

Sáez López, José Manuel (2010) Utilización de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, valorando la incidencia real de las tecnologías en la práctica docente. *Revista Docencia e Investigación*, n° 20. pp. 183-204

<http://www.adobe.com/es/products/photoshop.html>

<http://www.adobe.com/es/products/aftereffects.html>

<http://www.adobe.com/es/products/premiere.html>

Análisis del contenido de enseñanza: las reacciones de oxidación–reducción en libros de texto de Educación Secundaria

López Benjumea, C. y Sánchez Blanco, G.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.
gsblanco@um.es*

RESUMEN

Se analiza el contenido de enseñanza de un tópico de química escasamente tratado: las reacciones de oxidación-reducción. Para ello, utilizando criterios y procedimientos que pretenden dar respuesta a algunos problemas recogidos en la bibliografía, primero, se define el marco conceptual sobre el contenido de enseñanza deseable y, segundo, se analiza en qué medida una muestra de libros de texto responde a este marco conceptual.

Palabras clave

Análisis del contenido, reacciones redox, contenido de enseñanza, libros de texto.

INTRODUCCIÓN

Los profesores cuando planifican su enseñanza utilizan el libro de texto y valoran, de uno u otro modo, el contenido de enseñanza como primera referencia para tomar decisiones posteriores sobre objetivos didácticos y actividades que llevarán a cabo (Sánchez y Valcárcel, 1999). Diferentes autores (Sánchez y Valcárcel, 1993; Sanmarti, 2000; entre otros), cuando discuten y proponen estrategias de planificación para diseñar unidades didácticas, llaman la atención sobre la importancia de seleccionar, organizar y secuenciar adecuadamente los contenidos de enseñanza, pero también sobre la complejidad de estas tareas. En este sentido, se han propuesto estrategias diversas (taxonomías de contenidos, tramas o esquemas conceptuales, mapas uve, teoría de la elaboración, etc.) para el análisis de los contenidos que sin duda mejoran notablemente un análisis intuitivo. El problema radica en articular estas tareas de modo viable y útil para los profesores, es decir, que les sirva para analizar el libro de texto y tomar decisiones mejor fundamentadas sobre el contenido de enseñanza.

Los libros de texto han sido objeto de investigación en las últimas décadas, si bien las finalidades han sido diversas bajo algunos denominadores comunes como, por ejemplo, analizar los contenidos escolares que, los autores de los libros de texto, consideran son los que deben aprender los alumnos para establecer juicios de valor sobre los conocimientos que seleccionan, sobre la forma en que se secuencian, sobre los modelos escolares asociados a determinados tópicos, etc. (Del Carmen, 1996; Jiménez, 2000; entre otros). Para los propósitos del presente trabajo, se hace necesario adecuar el análisis de los libros de texto a los criterios y procedimientos que se proponen para analizar el contenido de enseñanza.

En el contexto de la Química se han estudiado numerosos tópicos (sustancia pura, cambio químico, enlace químico, reacciones ácido base, etc.) poniendo de manifiesto la complejidad de los contenidos, las muchas dificultades de aprendizaje que pueden tener

los alumnos y la necesidad de realizar propuestas de enseñanza que aporten soluciones a la problemática didáctica específica de la química (Llorens, 1991; Martín y otros, 2000; Caamaño, 2003; entre otros).

En este sentido, ha sido escasa la atención prestada a las reacciones de oxidación-reducción, a pesar de haberse puesto de manifiesto que los alumnos tienen serios problemas de comprensión en conceptos importantes en el estudio de las reacciones redox (Bueso y otros, 1988; Garnett y Hackling, 1995). Así, los alumnos de secundaria, y los que ya han accedido a estudios universitarios, no han generalizado la idea de vincular las reacciones de oxidación-reducción con procesos en los que ocurre una transferencia de electrones, sino que las asocian con procesos en los que cambia la proporción de oxígenos. En la mayoría de las ocasiones, las reacciones de oxidación de metales son el prototipo de reacciones de oxidación, presentando dificultades para ejemplificar reacciones de reducción, lo que explica la idea que tienen de los alumnos de que la reacción de oxidación y la de reducción pueden ocurrir independientemente o el hecho de que sólo identifiquen como reacción redox las más conocidas para ellos, es decir, la oxidación de metales que se comentaba anteriormente. Otros problemas de aprendizaje son errores a la hora de asignar números de oxidación a los elementos, pues piensan que siempre es igual a la carga monoatómica del ión, o a la hora de interpretar sobre la fuerza relativa de agentes oxidantes y reductores.

De Jong y otros (1995), tras el análisis de la práctica docente habitual de algunos profesores, destacan los contenidos que resultan más problemáticos a la hora de explicar el tema de las reacciones redox: la transferencia de electrones, la identificación de los agentes oxidantes y reductores, la determinación del número de oxidación, etc., coincidiendo de alguna manera con las dificultades de aprendizaje antes resaltadas. En cuanto a la selección y secuencia de contenidos sobre reacciones redox, proponen omitir el concepto de número de oxidación, dados los problemas que genera. Como alternativa, para abordar la identificación de reacciones redox, consideran suficiente con exponer un conjunto adecuado de reacciones como las de combustión o las que incluyan iones o compuestos iónicos en los que el ión cambie de carga; y en el caso de enseñar a ajustar reacciones redox, tan sólo se requiere un adecuado conjunto de reglas que incluyan los principios de conservación de la carga y del elemento. Además, señalan que los contenidos sobre reacciones redox deben estar más vinculados a sus aplicaciones, para contribuir a clarificar la utilidad que tienen los procesos electroquímicos. Por su parte, Pérez y otros (2000), para las reacciones de oxidación-reducción realizan una propuesta de secuencia de contenidos, diferenciando tres niveles que concreta a través de afirmaciones de conocimiento: el primero, para Educación Primaria incluye 14 afirmaciones, centrado en un estudio fenomenológico sin explicaciones microscópicas; el segundo, para ESO incluye 12 afirmaciones, centrado en un estudio macro, como otro tipo de reacción química, y con explicaciones micro a partir de la teoría atómico-molecular; el tercero, para Bachillerato (no incluye afirmaciones), se centra en la naturaleza electrónica de las reacciones redox y generaliza su estudio al incluir procesos sin oxígeno.

ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ENSEÑANZA: CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS

Entre los problemas habituales asociados a la selección y secuencia de contenidos en los libros de texto señalados por Del Carmen (1996), destacamos tres hechos relevantes para este trabajo:

- Falta de una visión global de lo que se está enseñando y de sus aspectos más relevantes.
- Falta de progreso en el desarrollo de los contenidos.
- Se establecen pocas relaciones entre los contenidos que se enseñan: cada una de las unidades que se abordan se estudia de forma independiente.

Ante estos problemas, recogiendo las aportaciones de diferentes autores (Del Carmen, 1996; Sánchez y Valcárcel, 1993; Martín del Pozo, 1998; entre otros), se propone el análisis del contenido de enseñanza de cualquier tópico desde criterios y procedimientos que se articulan en las siguientes tareas:

- adoptar como hilo conductor del análisis el contenido conceptual dada su capacidad para estructurar, diferenciar y concretar el conocimiento específico de cada disciplina escolar,
- seleccionar contenidos conceptuales que aporten un conocimiento escolar completo en torno al objeto o fenómeno de estudio, para lo que se propone utilizar el criterio de identificación (qué es) interpretación (por qué es) y aplicación (para qué sirve),
- seleccionar referentes empíricos que permitan conectar con las experiencias y conocimientos de los alumnos, ilustrar los conocimientos teóricos que se transmiten y dar sentido al conjunto de los contenidos escolares,
- transformar los contenidos escolares en preguntas claves, coherentes con el criterio de selección (identificación, interpretación y aplicación) y jerarquizarlas en sucesivos niveles de concreción de modo que ofrezcan una visión global de los problemas y conocimientos que se abordan con el estudio del tópico,
- formular las ideas eje que dan respuesta a las preguntas clave en términos de afirmaciones de conocimiento estableciendo, cuando el análisis del contenido se hace para varios cursos y tiene como finalidad el proponer secuencias de contenidos, diferentes niveles de elaboración,
- elaborar los esquemas conceptuales (tramas, mapas, redes, ..) necesarios para definir la estructura conceptual del tópico y, en su caso, explicitar las relaciones más relevantes, de modo que ofrezcan, junto a las preguntas clave, una visión global de los contenidos de enseñanza y, junto a las ideas eje, el conocimiento más relevante.

La base documental para el análisis del contenido de enseñanza que hemos utilizado con el tópico reacciones de oxidación reducción han sido textos universitarios de química general y los propios libros de texto de secundaria que se analizan en este trabajo.

En cuanto al análisis de los libros de texto de Secundaria, la información que se analiza es el contenido conceptual que se incluye, de modo explícito, en cualquier sección del texto. La metodología pretende encontrar si existe correspondencia con el contenido de enseñanza que se entiende deseable, por tanto, si de algún modo se ajusta a los criterios y procedimientos anteriores. En este caso, el protocolo de análisis contempla la correspondencia sólo con tres tareas: a) la selección de referentes empíricos; b) la formulación de ideas eje; y c) la selección del contenido conceptual bajo el criterio de identificación, interpretación y aplicación.

En cuanto a la muestra de libros de texto utilizada, está compuesta por 9 textos, uno por editorial para 4º de ESO (Física y Química), 1º de Bachillerato (Física y Química) y 2º de Bachillerato (Química). Los cursos seleccionados responden a la presencia en el currículo oficial de la Región de Murcia de las reacciones redox de manera explícita en los bloques de contenidos y/o en los criterios de evaluación. Tras una primera revisión de las editoriales habituales en Murcia, se ha optado por Santillana (Vidal y otros, 2009;

Barradas y otros, 2009; Guardia y otros, 2009), SM (Cañas y otros, 2009; Del Barrio y otros, 2010; Del Barrio y otros, 2010) y Oxford (Piñar y otros, 2009; Ballesteros y otros, 2010; Peña y otros, 2010) por ser las que presentan mayores diferencias en cuanto al tratamiento que hacen del contenido sobre las reacciones de oxidación reducción.

ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ENSEÑANZA: RESULTADOS

El estudio de las reacciones de oxidación reducción en cualquier nivel educativo, de uno u otro modo, esta asociado a los fenómenos electroquímicos. El análisis del contenido sobre las reacciones de oxidación reducción contempla dos partes a las que hemos llamado Reacciones Redox (Parte I) y Procesos Electroquímicos (Parte II). En este trabajo se presentan y discuten los resultados obtenidos para Reacciones Redox.

Reacciones de oxidación reducción: marco conceptual

Para este trabajo, el marco conceptual que resulta de aplicar la estrategia propuesta se presenta a través de la respuesta a tres tareas: la formulación de preguntas clave, las ideas eje y el esquema conceptual.

La formulación de preguntas-clave debe hacerse con carácter abierto y llamando la atención sobre el sentido que debe tener el conocimiento asociado a los contenidos que se seleccionan. En este caso se plantea sólo con dos niveles de concreción pero cabe profundizar en mayor medida. El Cuadro 1 incluye las preguntas-clave formuladas para el tópico oxidación-reducción.

<p>¿Qué es una reacción de oxidación reducción?</p> <p>¿Qué fenómenos son buenos ejemplos de reacciones redox?</p> <p>¿Qué debe ocurrir para que una reacción química sea redox?</p> <p>¿Qué leyes y principios cumplen las reacciones redox?</p> <p>¿Cómo se escribe la ecuación química de una reacción redox?</p> <p>¿Por qué ocurre una reacción de oxidación reducción?</p> <p>¿Cómo se explica desde el modelo atómico-molecular una reacción redox?</p> <p>¿Qué condiciones deben darse para que una reacción redox sea espontánea?</p> <p>¿Para qué sirve el estudio de las reacciones de oxidación reducción?</p> <p>¿Qué fenómenos cotidianos pueden predecirse o explicarse con las reacciones redox?</p> <p>¿Qué aplicaciones industriales y tecnológicas están relacionadas con las reacciones redox?</p>
<p>Cuadro 1. Análisis contenido enseñanza de las reacciones redox: preguntas clave</p>

Las ideas eje dan respuesta a las preguntas-clave en términos de afirmaciones de conocimiento. El Anexo recoge las ideas eje para las reacciones redox diferenciando la identificación (R1-R13), interpretación (R14-R17) y aplicación (R18-R22).

Aunque otros esquemas conceptuales son pertinentes, por ejemplo, para estructurar los contenidos de identificación, interpretación y aplicación, o para desarrollar los contenidos de aplicación, la Figura 1 recoge la estructura que desarrolla los contenidos relativos a la identificación de las reacciones redox.

Reacciones de oxidación-reducción: análisis libros de texto

Para establecer semejanzas y diferencias relevantes sobre el contenido de enseñanza, se comparan los referentes empíricos que se utilizan para conocer las reacciones redox y los conocimientos asociados a dichos referentes, a través de la correspondencia con las ideas eje establecidas en el marco conceptual. Los cuadros 2, 3 y 4 recogen los resultados del análisis de los libros de texto.

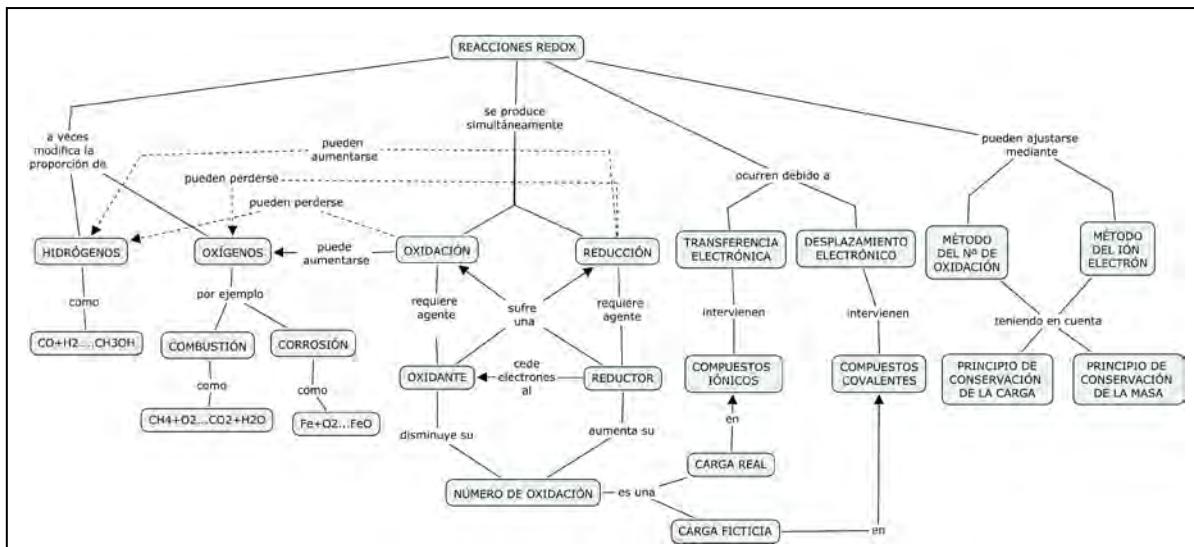


Figura 1. Análisis contenido enseñanza de las reacciones redox: esquema conceptual para la identificación

En 4º de ESO, mientras que ni Santillana y SM conceptúan las reacciones redox, Oxford las define en el texto principal como un proceso en el que se produce un cambio en la proporción de oxígenos y, además, incluyen una mayor diversidad de fenómenos para identificarlas. Cabe señalar que Oxford, al margen del texto principal, avanza en la identificación de la reacción redox al definir las como un proceso en el que se transfieren electrones (R4,R5,R6), pero no establece relaciones entre las dos definiciones.

Texto	Fenomenología	Ideas (R)	Conocimiento
Santillana	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abrillantar objetos de Ag ▪ Combustión (combustibles orgánicos) 	1	Identificación
SM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Combustión (combustibles orgánicos) ▪ Oxidaciones en nuestro cuerpo 	1	Identificación
Oxford	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La corrosión de objetos de Fe ▪ El enranciamiento de grasas... ▪ Combustión (combustibles orgánicos) ▪ Digestión de alimentos (combustión de glucosa) ▪ Moneda de Cu sobre la llama de un mechero 	1, 2, 4, 5, 6, 12, 18, 19	Identificación Aplicación

Cuadro 2. Resultados análisis del contenido de reacciones redox en libros de texto (4º ESO)

En 1º de Bachillerato, Santilla identifican las reacciones redox como un proceso en el que se produce un intercambio de electrones (R1,R4,R6), sin introducir el número de oxidación, mientras que Oxford si lo hace (R1,R4,R6,R8,R9). Además, en las tres editoriales, se mencionan nuevas aplicaciones de las reacciones redox, sobre todo en Santillana. Los resultados muestran que la identificación es escasamente tratada (SM y Santillana) y no aparecen contenidos de interpretación.

En 2º de Bachillerato, se produce un salto cualitativo muy grande en las tres editoriales al tratarse las reacciones redox junto con los procesos electroquímicos. Sin embargo, los resultados muestran que mientras la identificación y aplicación es suficientemente tratada en las tres editoriales, la interpretación sólo aborda el criterio termodinámico (R16) sin ninguna otra explicación que las relaciones con otras reacciones químicas.

Texto	Fenomenología	Ideas (R)	Conocimiento
Santillana	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxidación de metales ▪ Pilas eléctricas: pila Daniell ▪ Respiración celular ▪ Obtención de Al a partir de alúmina ▪ Obtención de amoniaco ▪ Combustión (combustibles orgánicos) 	1, 4, 6, 12, 18, 20	Identificación Aplicación
SM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Combustión (combustibles orgánicos) ▪ Electrólisis de PbCl₂ fundido 	1, 4, 12, 21	Identificación Aplicación
Oxford	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxidación de metales ▪ Moneda en contacto con llama se ennegrece ▪ Reducciones peligrosas: lejía con vinagre y lejía con amoniaco ▪ Electrólisis de agua ▪ Combustión (combustibles orgánicos) 	1, 4, 6, 8, 9, 12, 18, 21	Identificación Aplicación

Cuadro 3. Resultados análisis del contenido de reacciones redox en libros de texto (1º Bachillerato)

La valoración global de los contenidos redox en los libros de texto, desde los criterios utilizados para el análisis del contenido, es problemática por la débil articulación entre la fenomenología que se presenta y los conocimientos de diversa naturaleza que se asocian a los mismos, sobre todo en 4º de ESO y 1º Bachillerato. También es destacable en 2º Bachillerato la carencia de contenidos de interpretación que favorezcan la integración del conocimiento de las reacciones redox en el estudio del cambio químico.

Texto	Fenomenología	Ideas (R)	Conocimiento
Santillana	<ul style="list-style-type: none"> *Reacciones redox: Corrosión de metales. Dismutación de H₂O₂ y de S₂O₃²⁻ ▪ Pilas: Daniell, alcalina, seca, batería de Pb, etc ▪ Electrólisis de H₂O y de NaCl ▪ Prevención de la corrosión: Recubrimientos metálicos ▪ Afino electrolítico de Cu 	1, 2, 4, 6, 7, 10, 12, 13, 16, 18, 20, 21, 22	Identificación Interpretación Aplicación
SM	<ul style="list-style-type: none"> *Reacciones redox: Corrosión de metales. Combustión de metano. Dismutación de Cu⁺ y Hg₂²⁺ ▪ Pilas: Daniell y de combustible ▪ Electrólisis de H₂O y NaCl ▪ Prevención de la corrosión: Galvanoplastia 	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13 16, 18, 20, 21 22	Identificación Interpretación Aplicación
Oxford	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reacciones redox: Corrosión de metales. Envejecimiento humano. Oxidaciones de utensilios de cocina con ácidos como el vinagre ▪ Pilas: Daniell, alcalinas, de botón, de combustión... ▪ Electrólisis de MgCl₂, Al₂O₃, H₂O y NaCl. Obtención de Fe en un alto horno ▪ Prevención de la corrosión: Galvanoplastia y galvanostegia 	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13 16, 18, 20, 21 22	Identificación Interpretación Aplicación

Cuadro 4. Resultados análisis del contenido de reacciones redox en libros de texto (2º Bachillerato)

CONCLUSIONES

El análisis del contenido de enseñanza como parte del proceso de planificación de un profesor tiene gran relevancia por ser un elemento clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para ello se proponen criterios y procedimientos que concretan el marco conceptual del objeto de estudio a través de preguntas clave, ideas eje, esquemas

conceptuales y referentes empíricos. Se utilizan estos criterios para el análisis de las reacciones redox, un tema problemático y escasamente tratado, tal como evidencian investigaciones previas.

Por último, se han utilizado algunos elementos de este marco conceptual para analizar una muestra de libros de texto de educación secundaria encontrándose en 4º de ESO y 1º de Bachillerato una débil articulación entre los fenómenos y los conocimientos asociados, y en 2º Bachillerato un carencia de explicaciones necesarias para integrar las reacciones redox en el estudio del cambio químico.

BIBLIOGRAFÍA

- Bueso, A.; Furió, C. & Mans, C. (1988). Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes. Primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 244-250.
- Caamaño, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Química. En M.P Jiménez (Coord.). *Enseñar ciencias*. Editorial Grao: Barcelona.
- De Jong, O., Acampo, J. & Verdonk, A.H. (1995). Problems in teaching the topic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, pp. 1097-1110.
- Del Carmen, L. (1996). *El análisis y secuenciación de los contenidos educativos*. Barcelona: Horsori.
- Garnett, P.J. & Hackling, M.W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, n. 25, pp. 69-95.
- Jiménez, J.D. (2000). El análisis de los libros de texto. En F.J. Perales y P. Cañal (dirs). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp.307-322. Alcoy: Marfil
- Llorens, J.A. (1991). *Comenzando a aprender química. De las ideas alternativas a las actividades de aprendizaje*. Madrid: Visor.
- Martin del Pozo, R. (1998). La construcción didáctica del concepto de cambio químico. *Alambique*, 17, pp.65-75.
- Martin, M.J., Gomez, M.A. & Gutierrez, M.S. (2000). *La física y química en secundaria*. Madrid: Narcea.
- Pérez, C., De Manuel, E. & Fernández de Haro, E. (2000). Secuenciación de contenidos de oxidación y reducción en el currículo de ciencias de la enseñanza obligatoria. En M. Martín y J.G. Morcillo (Eds). *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de Ciencias Experimentales, pp. 472-478. Madrid: Editorial Nivela.
- Sánchez, G. & Valcárcel, M.V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1) pp.33-44.
- Sánchez, G. & Valcárcel, M.V. (1999). Science teachers' views and practices in planning for teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (4), pp. 493-513.
- Sanmarti, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F.J. Perales y P. Cañal (dirs). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp.239-266. Alcoy: Marfil

ANEXO. Análisis contenido enseñanza de las reacciones redox: ideas eje

R1: Existen diversos fenómenos que podemos relacionar con reacciones de oxidación-reducción. Por ejemplo, las reacciones de combustión, el deterioro de los metales expuestos a la atmósfera, las reacciones que ocurren en una pila, las que ocurren en los seres vivos o las que sufren algunos alimentos.

R2: La oxidación, de forma muy limitada, primero se definió como un proceso en el que hay ganancia de oxígenos, llamándose oxidante a la sustancia que lo cedían; y la reducción se definió como un proceso en el que hay pérdida de oxígenos, siendo reductoras las que captaban oxígenos.

R3: El concepto de oxidación, después, se modificó para incluir también las reacciones con eliminación de hidrógenos, llamándose oxidante a la sustancia que lo captan; y reducción al proceso en el que hay ganancia de hidrógenos, llamándose reductora a la sustancia que lo ceden.

R4: Una reacción de oxidación, respondiendo a un estudio más amplio y actual, es el proceso en el que una sustancia cede electrones; y una reducción es el proceso en que una sustancia capta electrones; es decir, se produce una transferencia electrónica entre dos especies sin que necesariamente deban intervenir ni el oxígeno ni el hidrógeno.

R5: Una oxidación va necesariamente acompañada de una reducción siendo imposible que ocurran independientemente, por eso se llaman reacciones redox o de oxidación-reducción.

R6: En toda reacción redox intervienen oxidantes y reductores. Los oxidantes se reducen, captan electrones y provocan la oxidación de la otra especie; y los reductores se oxidan, ceden electrones y provocan la reducción de la otra especie.

R7: El poder oxidante o reductor de una sustancia es un concepto relativo que depende del carácter de la sustancia a la que se enfrentan y de las condiciones en que se realiza el proceso.

R8: Una reacción redox abarca también a un simple desplazamiento de los electrones, en especial cuando intervienen en él sustancias covalentes, surgió así la necesidad de idear y definir un nuevo concepto: el número de oxidación. Un elemento que se oxida aumenta su número de oxidación, y el elemento que se reduce disminuye su número de oxidación.

R9: El número de oxidación de un elemento en un compuesto covalente es la carga que tendría un átomo de ese elemento si el compuesto del que forma parte estuviese constituido por iones; mientras que en un compuesto iónico coincide con la carga eléctrica real de los iones.

R10: Cuando en una sustancia un elemento tiene un número de oxidación intermedio es posible que se oxide y se reduzca a la vez. Este proceso se llama dismutación.

R11: En las reacciones redox, como en cualquier otro tipo de reacción química, se cumple el principio de conservación de la masa y las leyes ponderales.

R12: En una reacción redox se cumple el principio de conservación de la carga, y como consecuencia, el número de electrones cedidos ha de ser igual al número de electrones captados.

R13: Las ecuaciones químicas de las reacciones redox pueden representarse indicando los números de oxidación de los elementos que participan en el intercambio electrónico. El ajuste de las reacciones redox puede hacerse por el método del ión electrón o por el método del número de oxidación.

R14: Una reacción redox, al igual que cualquier otra reacción química, puede explicarse desde el modelo atómico molecular como un proceso de ruptura y formación de enlaces de las sustancias que intervienen en la reacción y donde se conservan los elementos.

R15: Una reacción redox ocurrirá cuando las condiciones termodinámicas y cinéticas sean favorables.

R16: Una reacción redox será espontánea o termodinámicamente posible cuando la energía libre de Gibbs del proceso sea negativa.

R17: Una reacción redox requiere que las especies reaccionantes, a nivel molecular, colisionen de manera eficaz, es decir, posean la energía de activación necesaria para que sea cinéticamente favorable.

R18: Algunos fenómenos cotidianos que pueden explicarse con las reacciones redox serían la corrosión de metales, las fermentaciones y oxidaciones de alimentos, la limpieza de metales y las combustiones.

R19: En nuestro organismo también ocurren reacciones redox asociados a los procesos de nutrición y envejecimiento, por ejemplo la respiración celular es un proceso semejante al de las combustiones de combustibles orgánicos.

R20: La fabricación de pilas y baterías para el funcionamiento de múltiples dispositivos cotidianos como la radio o el teléfono constituye una de las principales aplicaciones tecnológicas de las reacciones redox.

R21: Los procesos de electrolisis, basados en reacciones redox, se emplean para la obtención de nuevas sustancias, ya sea de importancia industrial en química como el cloro, de metales como el aluminio o del hidrógeno como combustible renovable, suponiendo así una importante aplicación industrial.

R22: La electrolisis también es empleada con el fin de evitar la corrosión de metales en diversas técnicas, como la galvanoplastia, evitando así enormes pérdidas económicas.

ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA DE FORMACIÓN CIENTÍFICA EN EL GRADO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN INFANTIL

López Luengo, M.A.; Gil Puente, M.C.; Verde Romera, A.M. y Vallés Rapp, C.

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

mlopez@dce.uva.es

RESUMEN

El presente estudio gira en torno a la formación inicial del profesorado de Educación Infantil. Se concreta en el análisis del diseño y desarrollo de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza en el Currículum de Educación Infantil durante el curso 2011-2012.

Los resultados que se muestran en este documento han sido obtenidos a través de la aplicación de un cuestionario cerrado, cumplimentado por los alumnos, en el que valoran la metodología y evaluación llevadas a cabo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

Palabras clave

Ciencias de la Naturaleza, Grado de Maestro en Educación Infantil, Docencia Universitaria, Innovación Educativa, Investigación Acción

INTRODUCCIÓN

La puesta a punto de los grados de Educación es una oportunidad para la mejora, un reto que no podemos olvidar, a pesar de la gran cantidad de cuestiones administrativas en las que también nos vemos envueltos los profesores universitarios. Entre las exigencias de los nuevos planes de estudios, se encuentran la elaboración de guías docentes, donde ha de quedar patente la contribución de la asignatura a la adquisición de competencias genéricas, profesionales y específicas. Las competencias profesionales, entendidas como capacidad de actuación, no surgen de manera espontánea ni de la simple práctica, sino que precisan de conocimientos especializados a los que deben contribuir todas las áreas implicadas. Esto requiere un constante proceso de revisión para la mejora, que ha de emprenderse desde todos los ángulos; la práctica docente universitaria es uno de los pilares fundamentales (Gutierrez-García *et al.*, 2011), por lo que en este trabajo se pretende mostrar parte del proceso de análisis de una asignatura impartida por primera vez durante el curso 2011-12 en la Universidad de Valladolid. Como explican Pérez Serrano (1994) y Rodríguez, Gil y García (1996) la investigación educativa ha de estar orientada a la mejora y a la conexión teórico-práctica, por tanto, es importante tomar decisiones que busquen transformar la realidad educativa y no sólo su interpretación. Así, esta investigación no quiere quedarse en el análisis y valoración de la propuesta formativa, sino que también busca pautas de acción que contribuyan a su mejora y puedan ser llevadas a la práctica para favorecer el desarrollo profesional y la formación del alumnado.

DATOS DEL CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura *Ciencias de la naturaleza en el currículo de Educación Infantil*, constituye la Materia “Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza, de las Ciencias Sociales y de la Matemática”, que forma parte del Módulo “Didáctico-disciplinar” en el Grado de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Valladolid. Esta asignatura se imparte en el tercer curso de la titulación, tiene carácter obligatorio y presenta una carga de 9 créditos ECTS. El número de alumnos matriculados en el campus de Segovia durante el curso 2011-12 asciende a 94, repartidos en dos grupos de referencia. La docencia presencial se ha desarrollado en horario de mañana y organizada como sesiones teóricas o de gran grupo (dos grupos), sesiones prácticas en grupo mediano 20-25 alumnos (cuatro grupos) y seminarios en grupos reducidos de 12-13 alumnos (ocho grupos) (ver tabla 1). Dos profesoras pertenecientes al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales son responsables de la docencia.

Presenciales: 75					
Clases teórico-prácticas	Clases prácticas de aula	Seminarios	Prácticas externas	Evaluación	Laboratorios
30	22	10	4	5	4
No presenciales: Estudio y trabajo autónomo individual y grupal 150					

Tabla 1. Distribución de horas de dedicación a la asignatura por parte del alumno.

Competencias

El núcleo de competencias básicas aparece definido en la ORDEN ECI/3854/2007, de 27 de diciembre, 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 Infantil (MEC, 2007).

De entre las competencias profesionales que aparecen en la guía docente se recogen aquí cuatro de ellas. Estas se corresponden, aunque no textualmente, con las valoradas mediante el cuestionario realizado al final de curso por los alumnos:

- Ser capaz de reconocer, planificar, llevar a cabo y valorar buenas prácticas de enseñanza-aprendizaje. (Pregunta 6a)
- Ser capaz de coordinarse u cooperar con otras personas de diferentes áreas de estudio, a fin de crear una cultura de trabajo interdisciplinar partiendo de objetivos centrados en el aprendizaje. (Pregunta 6b)
- Ser capaz de analizar críticamente y argumentar las decisiones que justifican la toma de decisiones en contextos educativos. (Pregunta 6c)
- Ser capaz de integrar la información y los conocimientos necesarios para resolver problemas educativos, principalmente mediante procedimientos colaborativos. (Pregunta 6c)

También se trabajan una serie de competencias didáctico-disciplinares, tomadas de la memoria del plan de estudios del título de Grado Maestro en Educación Infantil por la Universidad de Valladolid.

Breve descripción de los contenidos

Los contenidos de la asignatura se organizan en tres bloques temáticos:

- Naturaleza de la Ciencia. Relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y sus implicaciones didácticas (2 créditos ECTS)
- Análisis del Currículo de Educación Infantil. Conocimiento teórico y práctico de las Ciencias Experimentales (4 créditos ECTS)
- Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Ecuación Infantil (3 créditos ECTS)

El primer bloque ofrece al alumnado un análisis para la comprensión de la naturaleza de las ciencias experimentales y sus procedimientos, así como una valoración de la ciencia como hecho cultural profundizando en las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad, lo que se espera favorezca actitudes y comportamientos positivos hacia la naturaleza y la salud como ciudadanos y consumidores responsables. Se inicia la materia con cuestiones básicas de epistemología de la ciencia, al considerarse que estos conocimientos son fundamentales para abordar en un bloque posterior el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

La presencia del segundo bloque se fundamenta en la importancia que tiene para el futuro maestro comprender el interés de la educación científica en las primeras etapas educativas y ser consciente de los contenidos científicos que debe conocer para un buen desarrollo profesional.

En el tercer y último bloque se abordan cuestiones muy relevantes desde el punto de vista didáctico, que permitirán a los futuros maestros/as desarrollar de forma competente la enseñanza de las Ciencias en esta etapa educativa.

Métodos docentes

La caracterización metodológica de la asignatura sigue los principios de diversidad, flexibilidad e interrelación. Se alternan las exposiciones teóricas de los contenidos con la realización de actividades individuales y en grupo en las que se fomenta la discusión. Se promueve el aprendizaje autónomo guiado basado en actividades, intercambio de experiencias y reflexión sobre la práctica. Asimismo, se promueve el uso de las TICs. Las clases explicativas, con participación activa y constructiva del alumnado, se llevan a cabo en un aula convencional mientras que la mayoría de las sesiones de grupo pequeño o mediano se realizan en el laboratorio.

Sistema de evaluación y sistema de calificación

Se pretende llevar a cabo un proceso de evaluación continua y formativa. Con el fin de valorar las competencias desarrolladas mediante los contenidos teóricos y prácticos, se utilizan diversas fuentes de información como: el cuaderno de la profesora, informes escritos de las sesiones de prácticas y seminarios, propuesta didáctica realizada en grupos de 4-5 personas, prueba escrita y fichas de autoevaluación y evaluación entre iguales. La tabla 2 recoge los porcentajes de calificación de cada instrumento.

Instrumentos de valoración-calificación	Reflejo en la calificación (%)	Observaciones
Prueba escrita	50%	Para superar la asignatura es necesario (aunque no suficiente) tener una calificación mínima de 5 en la prueba.

Carpeta de actividades prácticas	30%	
Proyecto tutorado (Propuesta didáctica)	20%	Para superar la asignatura es necesario (aunque no suficiente) tener una calificación mínima de 5.

Tabla 2. Síntesis de criterios de calificación.

METODOLOGÍA

El método de investigación se corresponde con un primer ciclo de investigación-acción (Elliot, 1993; Latorre, 2003) atendiendo a los procesos de enseñanza aprendizaje en la asignatura, caracterizado por su dinámica participativa y colaborativa. Entre los instrumentos de toma de datos se encuentra un cuestionario cerrado sobre metodologías y evaluación elaborado y validado por la Red Nacional de Evaluación Formativa y Docencia Universitaria. De él se han seleccionado una serie de ítems, que se muestran a continuación y que permiten extraer información de cara a la mejora de la asignatura en cursos sucesivos. Se han analizado un total de 80 cuestionarios, pertenecientes a los dos grupos de estudiantes (35 del G1 y 45 del G2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se exponen aquí los resultados referentes a las preguntas siguientes:

1. ¿La metodología utilizada en la asignatura te ha ayudado a adquirir competencias profesionales? (Gráfico 1, figura 1a)
2. ¿La evaluación que se ha planteado favorece la adquisición de competencias profesionales? (Gráfico 1, figura 1b)
3. ¿Se ha favorecido un clima de clase positivo? (Gráfico 1, figura 1c)
4. ¿La asignatura se ha acompañado de prácticas que ayudaban a entender mejor la posterior labor profesional? (Gráfico 1, figura 1d)
5. ¿Se han utilizado estrategias metodológicas variadas? (Gráfico 1, figura 1e)
6. ¿En qué medida crees que la asignatura desarrolla las siguientes competencias profesionales?
 - a. Organizar y animar situaciones de aprendizaje. (Gráfico 2, figura 2a)
 - b. Trabajar en equipo con otros docentes. (Gráfico 2, figura 2b)
 - c. Afrontar los deberes y dilemas éticos de la profesión. (Gráfico 2, figura 2c)
7. Señala la satisfacción global en relación con la asignatura. (Gráfico 3, figura 3a)
 - Señala la satisfacción global con la evaluación de la asignatura. (Gráfico 3, figura 3b)
 - ¿Cuál es el grado de dificultad de la asignatura? (Gráfico 3, figura 3c)

En los gráficos presentados, el eje de abscisas muestra los porcentajes de respuestas en cada uno de los grupos, y el eje de ordenadas presenta un valor numérico que se corresponde con la escala que aparece la tabla 2.

Número	1	2	3	4	5	6
Valoración	Nada/Nunca	Poco/Pocas	Algo/Algunas	Bastante/s	Mucho/as	Ns/Nc

Tabla 2. Escala de valoración

El grado de satisfacción de los estudiantes con la metodología, en relación a la adquisición de competencias, es elevado. El 50% de los estudiantes consideran que la metodología ha ayudado “bastante” a adquirir las competencias profesionales, a los que se debe sumar el 13 % que valora que la metodología ha ayudado “mucho”. Mientras que el 35% considera que ha ayudado “algo”. Tan sólo el 7% considera que la metodología ha ayudado “poco” (Gráfico 1, figura 1a).

La adquisición de competencias profesionales, mediante la evaluación planteada, se considera como “bastante” favorecedora en un 46%, “algo” favorecedora en un 35%, “muy” favorecedora un 10%, tan sólo un 10% considera que “poco” (Gráfico 1, figura 1b). Estos resultados son coincidentes con el grado de satisfacción con respecto a la evaluación de la asignatura (Gráfico 3, figura 3b).

El clima de la clase se considera que ha sido bueno, el 85% consideran que ha sido muy o bastante positivo (Gráfico 1, figura 1c)

En el gráfico 1 (figura 1d), se puede observar cómo se valoran positivamente las prácticas realizadas en la asignatura, apreciándose una diferencia entre los dos grupos. Además del factor profesor puede deberse al horario establecido. El Grupo 2 contaba con dos sesiones seguidas un día a la semana (lo que permite un mayor aprovechamiento del tiempo en el laboratorio), mientras que el Grupo 1 tenía dos horas repartidas en dos días diferentes de la semana, una hora cada día.

El 50% de los alumnos consideran que las estrategias metodológicas han sido “bastantes” o “muy” variadas (Gráfico 1, figura 1e).

Con respecto a competencias concretas, analizando las tres competencias profesionales seleccionadas, el alumnado destaca la primera de ellas “organizar y animar situaciones de aprendizaje”, valorando su desarrollo como “bastante” o “mucho” en un 62% (Gráfico 2, figura 2a); mientras que las otras dos competencias se observa una gran dispersión en las respuestas, fundamentalmente en la segunda: trabajar en equipo con otros docentes. El motivo de la dispersión de valores se piensa que puede deberse a dos causas. Por un lado no se ha hecho suficientemente explícito en el desarrollo de la materia cuándo se trabajaban estas competencias y, por otro, la diferente forma de enunciarse la competencia en el cuestionario y en la guía docente de la asignatura, ya que el cuestionario es genérico, aplicable a otras asignaturas y titulaciones. (Gráfico 2, figuras 2a y 2b).

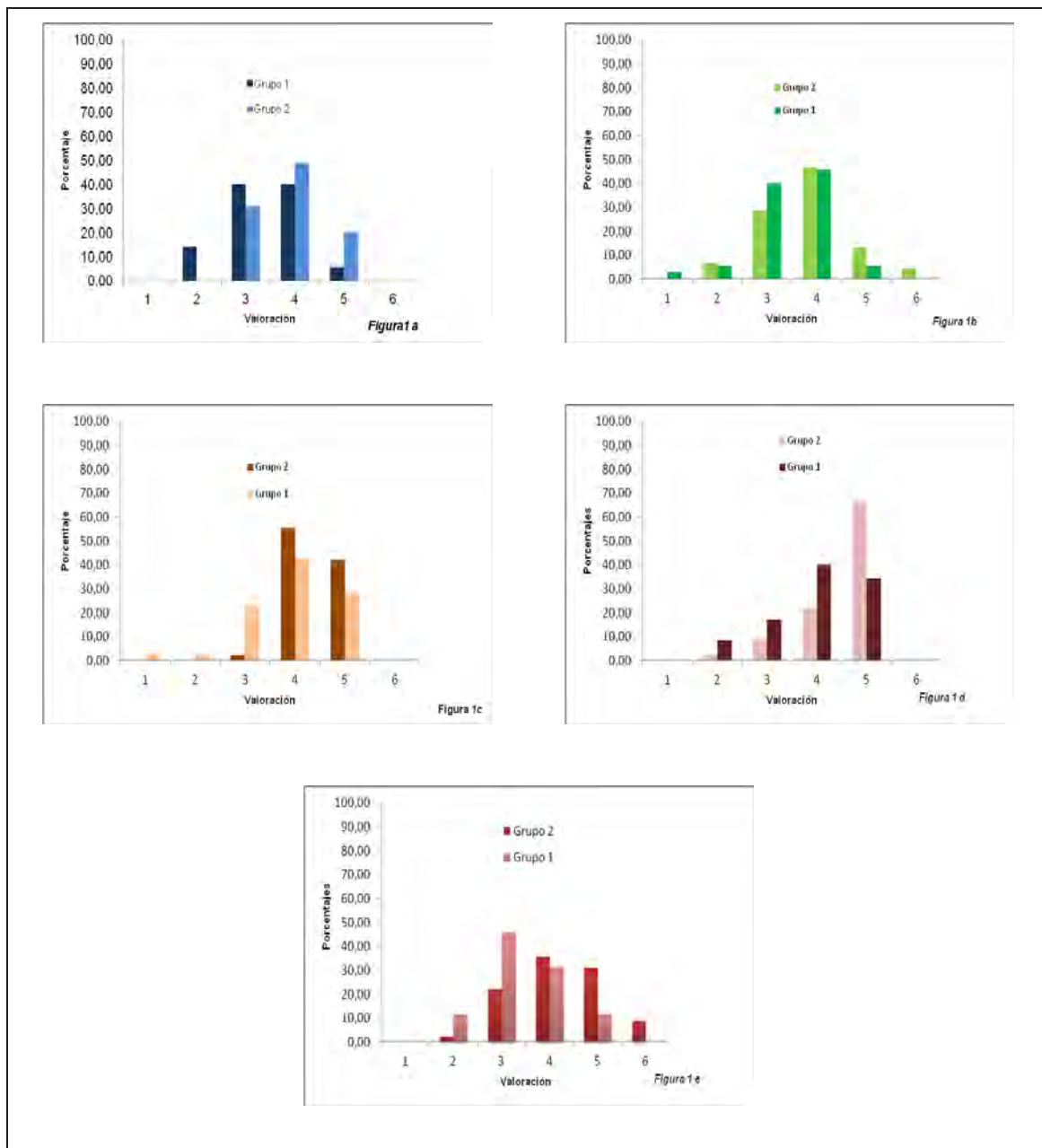


Gráfico 1. Resultados valoración de la metodología desarrollada.

Con respecto a la valoración global de la asignatura, las valoraciones hechas por los alumnos son muy altas. El 62% de los alumnos están “bastante” o “muy” satisfechos con la asignatura (Gráfico 3, figura 3a). El alumnado en una 40% está “bastante” o “muy” satisfecho en relación con la evaluación propuesta y este mismo porcentaje está “medianamente” satisfecho (Gráfico 3, figura 3b). Cabe destacar que al principio del curso se negoció y se acordó con los alumnos el porcentaje de la nota que tenía la calificación de la prueba escrita, los informes de las sesiones prácticas y la propuesta didáctica (Tabla 2).

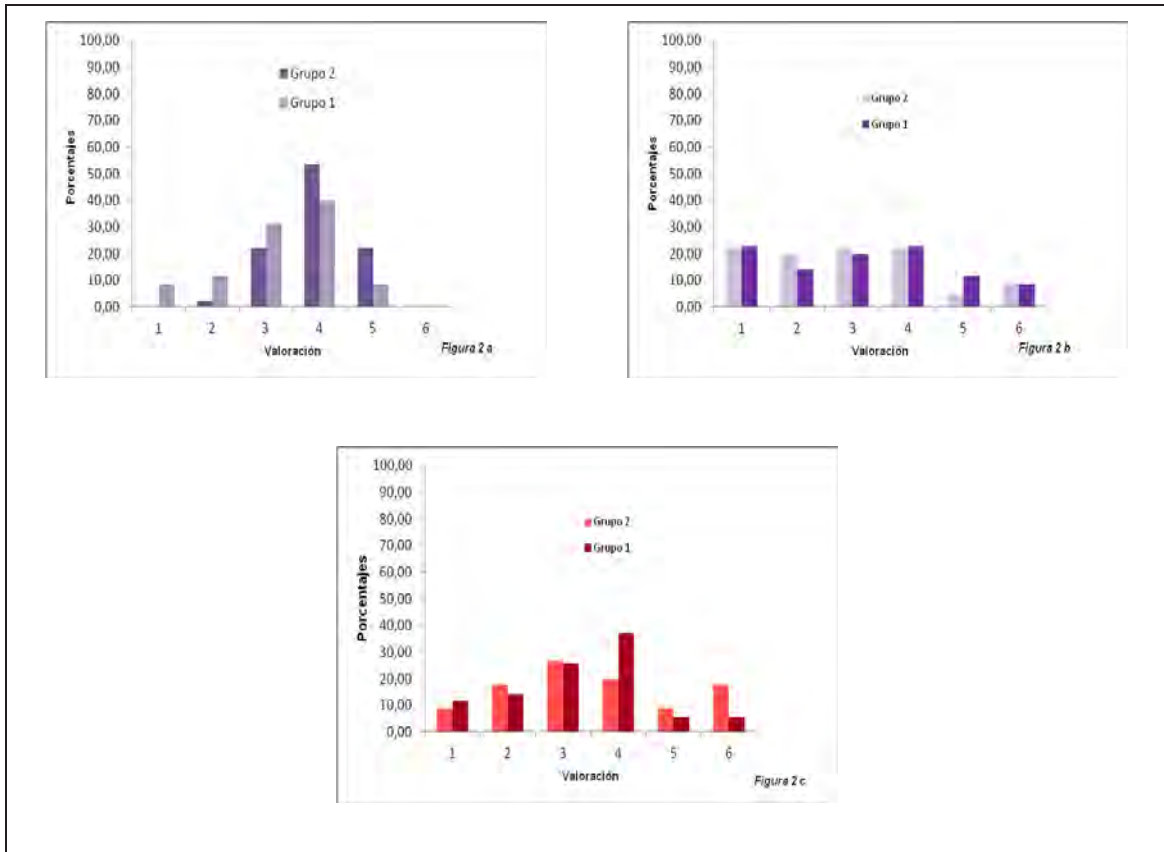


Gráfico 2. Valoración del desarrollo de competencias profesionales.

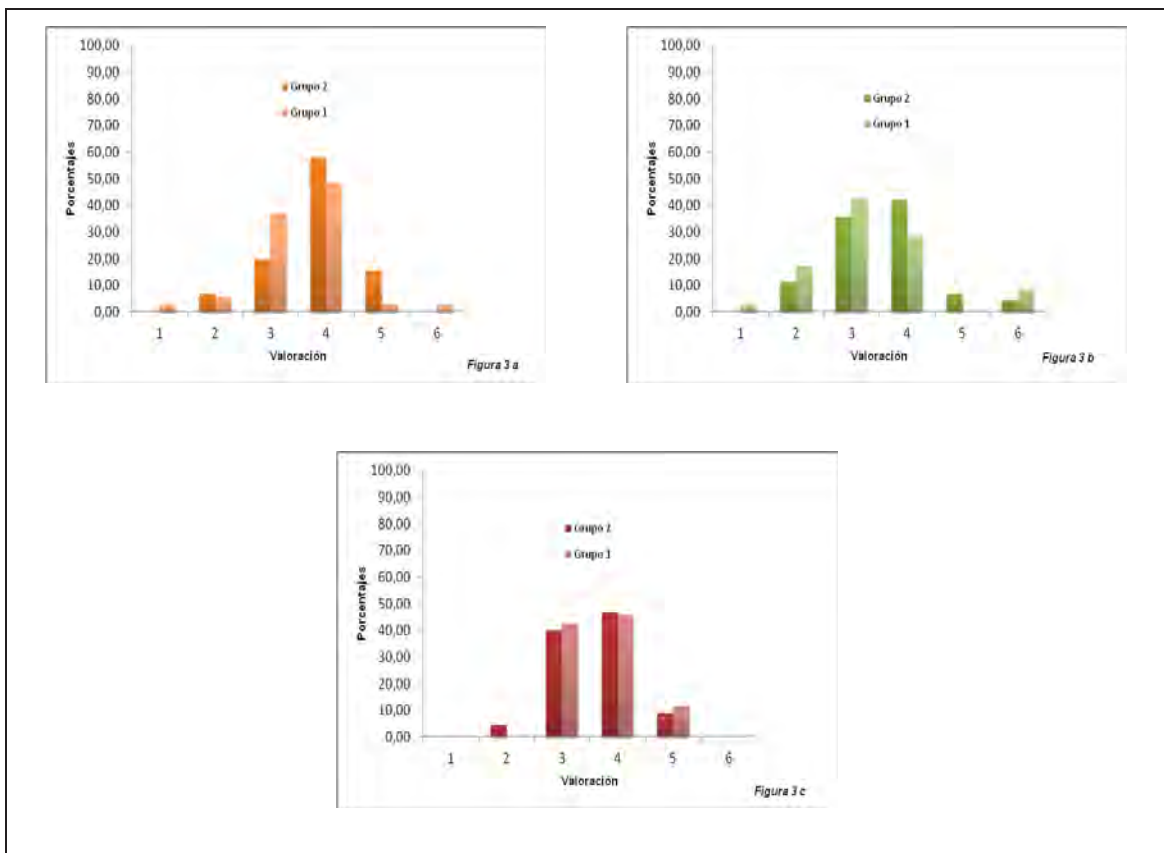


Gráfico 3. Valoración del grado de satisfacción global de la asignatura.

La asignatura es considerada difícil por el alumnado. Un 50% la valora como “bastante” y “muy” difícil y un 45% con una dificultad “media”. Se sospecha que puede deberse fundamentalmente a los contenidos científicos del Bloque 2 (Gráfico 3, figura 3c).

CONCLUSIONES

Puede concluirse, según la valoración que el alumnado hace de la metodología, la evaluación y el clima del aula, que el grado de satisfacción global es elevado.

Se destaca como un valor a mantener en cursos sucesivos, e incluso en otras asignaturas, la coordinación entre las profesoras que imparten la asignatura a cada uno de los grupos, lo que se evidencia por el alto grado de similitud de las respuestas del alumnado perteneciente a ambos grupos.

Se concluye la necesidad de intentar desarrollar actividades de forma conjunta y coordinada con otras asignaturas correspondientes al mismo curso, para favorecer la adquisición de las competencias profesionales, fundamentalmente el trabajo en equipo con otros docentes.

Como propuesta de mejora, se propone explicar y detallar los objetivos y competencias de la asignatura en cada una de las actividades teóricas y prácticas que se realizan durante el curso, con el objetivo de favorecer la reflexión de los estudiantes sobre su propio proceso de aprendizaje.

La valoración que se hace de la dificultad de la asignatura obliga a revisar y seleccionar los contenidos de tipo conceptual científico de cara al próximo curso.

La organización del horario de las sesiones prácticas es un factor a tener en cuenta, pues para los alumnos es importante contar con más tiempo continuado que ayude a la comprensión y desarrollo de los contenidos.

BIBLIOGRAFÍA

Elliot, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción* (1ª ed.). Madrid: Morata.

Gutiérrez-García, C.; Pérez-Pueyo, A.; Pérez-Gutiérrez, M. y Palacios-Picos, A. (2011). Percepciones de profesores y alumnos sobre la enseñanza, evaluación y desarrollo de competencias en estudios universitarios de formación del profesorado. *Cultura y Educación*, 23(4), 499-514.

Latorre, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona, Graó.

M.E.C. (2007). Orden ECI/3854/2007, de 27 de diciembre, 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 Infantil. *BOE* nº 312 de 29/12/2007 53735-53738.

Pérez Serrano, G. (1994). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes*. Madrid: La muralla.

Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Aljibe.

El lenguaje científico y las leyes de los gases.

Márquez López José R., Carmona Gutiérrez Genaro, Moreno Rodríguez Albino.

Facultad de Ciencias Químicas.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.

Correo: jose.marquez@correo.buap.mx .

RESUMEN

En los libros de texto que utilizamos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, se utiliza el lenguaje científico, que por su propia naturaleza es especializado y muchas veces difícil de entender. En este trabajo se investiga qué tanto los alumnos comprenden este lenguaje y son capaces de relacionarlo con objetos familiares a ellos o lo pueden traducir en el lenguaje que utilizan cotidianamente o más aún, cómo lo relacionan con el lenguaje matemático en el que se expresan también las leyes de los gases.

Para la investigación, se aplicó un cuestionario a dos grupos de alumnos. En el primer caso, los alumnos contestaron individualmente en la computadora un cuestionario de opción múltiple. En el segundo caso el mismo cuestionario lo contestaron en equipos de 3 alumnos. El interés de hacerlo así, fue grabar sus comentarios al elegir alguna opción para revisar los argumentos que utilizan para convencer a sus compañeros acerca de la respuesta adecuada. Se reportan resultados y se anotan algunos de sus comentarios a las preguntas.

Palabras clave

Leyes de los gases. Lenguaje científico. Argumentación científica. Educación en ciencias.

INTRODUCCIÓN

Los profesores en el aula, frecuentemente utilizamos el lenguaje científico sin reflexionar si el alumno puede entender este lenguaje plenamente y lo puede relacionar con conocimientos previos sobre el tema que se trata. Damos por sentado que los alumnos comprenden lo que queremos comunicar y que pueden relacionarlo con otros conceptos, con imágenes, procesos y fenómenos que tienen que ver con lo que pretendemos enseñar. No siempre es así. El lenguaje científico es un código simbólico que dominan los expertos (científicos, profesores,...) y que requiere de uso y de referencia constante entre el léxico utilizado y los conceptos significantes.

El lenguaje científico está muy relacionado con nuestro lenguaje cotidiano, los dos requieren del manejo de códigos simbólicos. De acuerdo con Pérez Gómez (1998): “Es evidente que el elemento específico del desarrollo humano es su capacidad simbólica. Esta capacidad confiere la posibilidad de representar la realidad, valorarla, modularla virtualmente, transformarla, y comunicar sus transformaciones y valoraciones. La construcción humana de significados se encuentra estrechamente ligada a la capacidad

de simbolización. Por otra parte, parece también evidente que los individuos humanos nacemos predispuestos a desarrollar dicha capacidad simbólica (p. 214)”.

El lenguaje científico y nuestro lenguaje cotidiano tienen relación y similitudes, sin embargo, los dos lenguajes están claramente diferenciados, pues sus procesos culturales son diferentes. El lenguaje cotidiano lo utilizamos para comunicarnos en toda circunstancia, es decir, se refiere a un ámbito habitual y muy amplio. En cambio, el lenguaje científico no tiene carácter idiomático ya que no es usado con fines meramente comunicativos o expresivos, sino utilizado en una actividad muy específica. Lo utilizamos para resolver problemas muy determinados. A medida que se avanza con la ciencia en la escuela, el lenguaje científico se va tornando cada vez más especializado. A pesar de nuestra capacidad para manejar símbolos, es necesario el conocimiento y el desarrollo de la habilidad para manejarlos.

Sanz (2007) señala como características del lenguaje científico:

1. Vocabulario unívoco: Lenguaje monosémico.
2. Referencia estricta al objeto: Lenguaje denotativo.
3. Negación de la subjetividad: Lenguaje objetivo.
4. Precisión y claridad: Lenguaje económico.
5. Ausencia de intimismo: Lenguaje impersonal.
6. Ausencia de particularismos: Lenguaje universal.

Por su parte, el lenguaje matemático destaca por su sistema notacional, por el uso de los códigos que forman parte del sistema simbólico matemático, que es un lenguaje formal y sigue una serie de convenciones propias. De acuerdo con Alcalá (2002), la expresión matemática pretende evitar los aspectos connotativos, tan típicos de lo idiomático, prefiriendo la denotación escueta y directa (p. 27).

Por otro lado, ¿el lenguaje científico y el lenguaje matemático pueden por sí solos, generar representaciones que los alumnos puedan utilizar en la evolución de sus modelos mentales de sentido común, que los lleven a modelos más cercanos a las ciencias que les enseñamos?

Es necesario ir más allá de un cambio conceptual, avanzar hacia un cambio representacional como lo han propuesto Pozo y otros autores (Pozo, 2007), dado que pensamos y actuamos en el mundo a partir de nuestras representaciones, en especial de los modelos mentales adquiridos por nuestra experiencia directa con lo que nos rodea o por analogía con otros modelos, como expresa este autor, comprender un estado de cosas del mundo natural, un evento físico cualquiera, o un concepto de las ciencias naturales, implica tener un modelo mental de este evento o concepto, es decir, cualquier individuo capta los fenómenos del mundo natural construyendo modelos mentales de ello (Moreira, 1997). Uno de los problemas, en la didáctica de las ciencias, es la distancia que pueden tener en el alumno sus modelos mentales aprendidos y aplicados en la vida cotidiana y los modelos científicos que aprende en la escuela.

Los objetivos de este trabajo son investigar cómo relacionan los alumnos un enunciado de las leyes de los gases, en lenguaje científico tal y como vienen en diversos libros de texto con:

1. La notación matemática.
2. Imágenes o modelos mentales de procesos físicos.
3. El lenguaje cotidiano.

DESARROLLO

El Departamento de Química General, de la Facultad de Ciencias Químicas en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ha impulsado la aplicación de exámenes departamentales, que tienen como base un banco de preguntas de opción múltiple realizado por los profesores del Departamento. El examen se administra por computadora, formando aleatoriamente un cuestionario de 20 preguntas con 5 opciones de respuesta cada una, sobre los diversos temas del programa correspondiente a un curso de química, en el primer semestre de la carrera de Químico Farmacobiólogo.

Las preguntas formuladas reproducen el enunciado de cada una de las leyes de los gases tal y como vienen en diversos textos de ciencias, por ejemplo en un texto muy conocido en nuestro medio, el Chang (2002) o el Daub y Seese (2005) del cual se tomaron los enunciados.

Para llevar a cabo la investigación que aquí se reporta, además de la aplicación individual, el cuestionario también se aplicó a otros grupos pero en equipos de tres alumnos.

I: Cuestionario individual

Se aplicó un cuestionario de opción múltiple en computadora (ordenador) a 5 grupos de 50 alumnos cada uno.

Para este estudio se seleccionaron tres preguntas relacionadas con las leyes de los gases. Debido a la aleatoriedad mencionada, el número de aplicaciones para cada pregunta es variable. Los cuestionarios de 20 preguntas fueron resueltos de manera individual y sin ayuda de libros o apuntes. El tiempo disponible fue de 60 minutos.

Posteriormente se analizaron los resultados de las 3 preguntas que aquí se presentan, en donde los enunciados de las 3 leyes de los gases se relacionan:

- Con su expresión matemática.
- Con objetos que todos conocemos.
- Con el lenguaje que se utiliza cotidianamente en nuestro medio.

Se reportan los resultados de esta aplicación.

II: Cuestionario en equipo

Paralelamente, este cuestionario también se utilizó con otros grupos, sin embargo la aplicación fue diferente. Lo contestaron también en computadora pero lo hicieron en equipos de 3 alumnos.

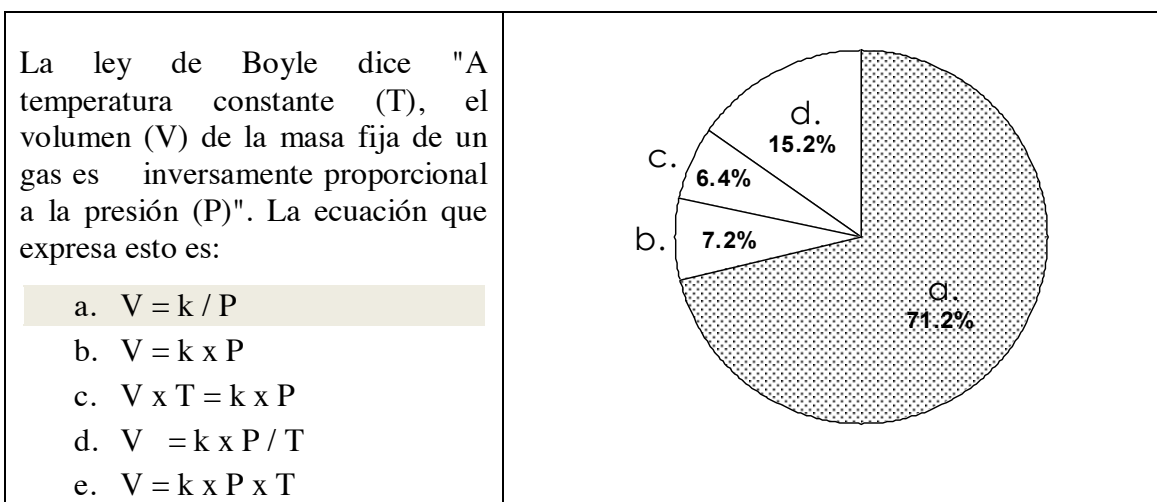
El interés de hacerlo así fue grabar sus comentarios al responder alguna opción, esto con el propósito de ir más allá del mero reporte de resultados en la aplicación del cuestionario individual, considerando que una limitación de los cuestionarios de opción múltiple es que hacen énfasis en el resultado, pero no nos informan de los procesos cognitivos que llevan al alumno a tomar una determinada decisión, y esto es de importancia para la didáctica de las ciencias. Como dicen Jiménez Aleixandre y Díaz Bustamante (2003), no hay forma de conocer exactamente lo que ocurre en el interior de la mente, pero una de las formas en que podemos aproximarnos es prestando atención a las discusiones entre estudiantes sobre cuestiones de ciencias (p. 361).

Se revisaron los argumentos que utilizan para convencer a sus compañeros acerca de la respuesta adecuada. No se reportan porcentajes de resultados. Sólo se anotan algunos comentarios a las preguntas.

RESULTADOS

Ley de Boyle.

I: Cuestionario individual



En esta pregunta se relacionó el lenguaje científico con su expresión matemática.

Se trató de investigar si relacionan de manera adecuada los dos lenguajes especializados, el lenguaje científico objetivo y monosémico con el sistema notacional simbólico propio de las matemáticas.

La pregunta fue aplicada a 125 alumnos, de los cuales 89 (71.2 %), relacionan de manera correcta el enunciado en lenguaje científico con su expresión matemática.

II: Cuestionario en equipo

En las grabaciones efectuadas durante la aplicación de la pregunta a otros alumnos de características similares, es notorio que las principales dificultades para relacionar el enunciado con la fórmula matemática son:

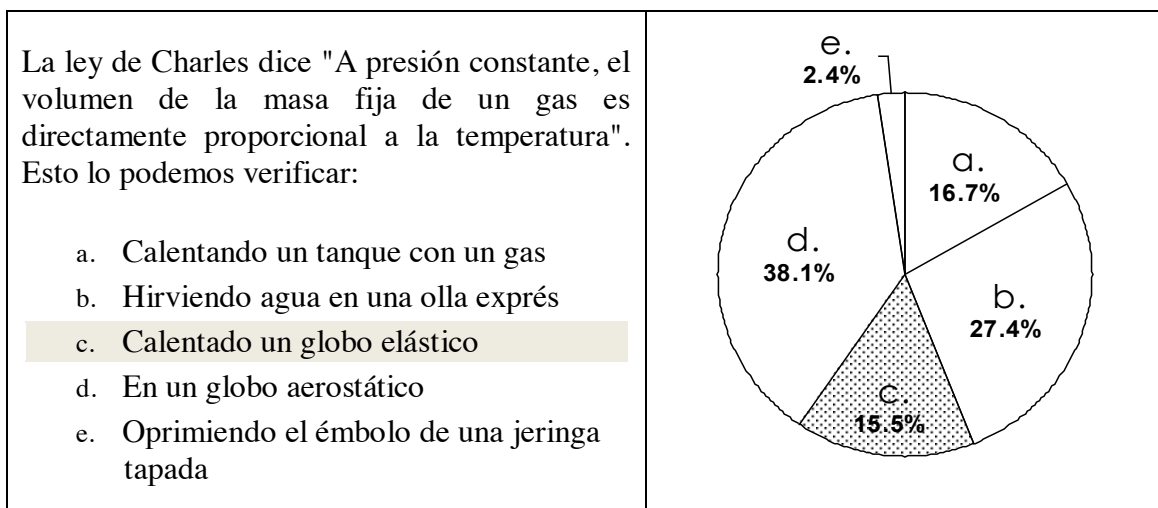
- El significado de la constante. Los alumnos discuten si debe o no aparecer la T (temperatura) en la fórmula. Por ejemplo, en un equipo, después de leer el enunciado varias veces, una alumna dice: "la temperatura no debemos tomarla

en cuenta porque es constante”. Su compañero responde: “pero es que tenemos que tomarla porque vamos a calentar algo”.

- Lo que quiere decir directa o inversamente proporcional. Tienen clara la diferencia, pero dudan con su expresión matemática.

Ley de Charles.

I: Cuestionario individual



El enunciado se relacionó con objetos familiares en nuestro medio: tanque de gas, olla exprés, globos y jeringas.

El resultado muestra que el enunciado, no logra producir una imagen o modelo mental que asocie el lenguaje científico con un proceso familiar que pueda imaginar el alumno.

Sólo 13 alumnos de 84 (15.5 %) asociaron de manera correcta lo expresado en la Ley de Charles con el cambio de temperatura en un globo elástico.

II: Cuestionario en equipo

Como se mencionó anteriormente, la pregunta también se aplicó a otro grupo donde los alumnos respondieron en equipo. En este caso, se incluyeron imágenes correspondientes a cada una de las opciones. Los resultados son mejores, pero distan de ser satisfactorios.

En los comentarios que expresan varios alumnos, llama la atención que aunque leen varias veces el enunciado, no lo pueden relacionar con las imágenes y los procesos que se presentan. Analizan cada una de las opciones pero al final pareciera que eligen al azar.

Como ejemplo se reproduce parte de un diálogo:

Alumno 1: “Qué pasa cuando calentamos un globo elástico... el volumen aumenta pero el globo se revienta... entonces... si se calienta un tanque...”

Alumna 2: “Explota”.

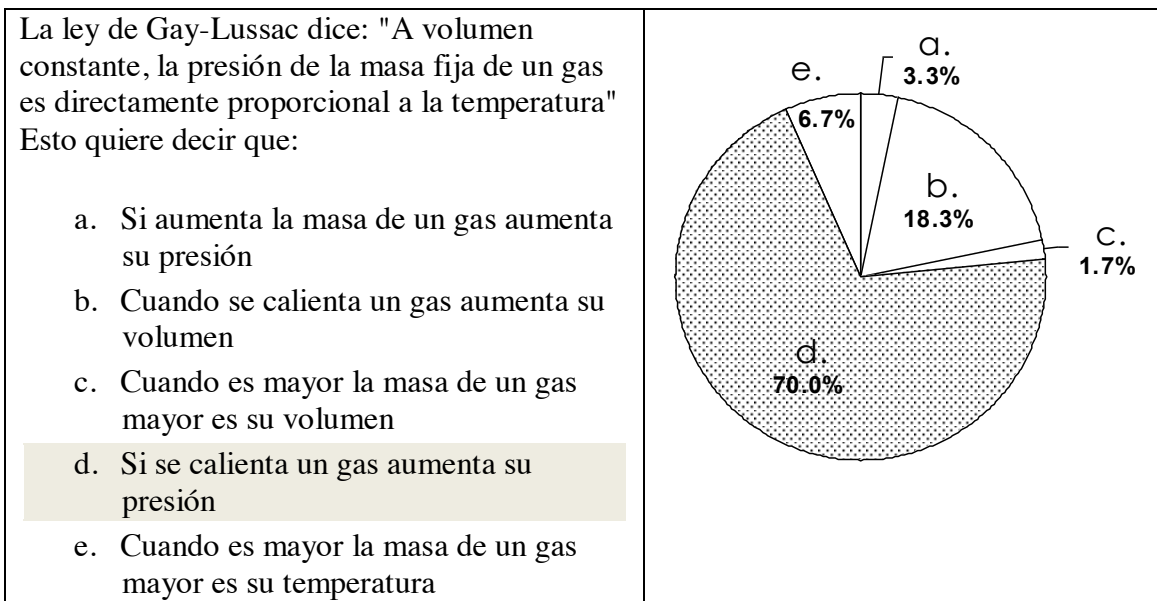
Alumno 1: “Quiere decir que la presión aumenta. Entonces... ¿cómo le haremos?”

Alumna 3: “Es que ya no me acuerdo como era”

Finalmente contestan una opción incorrecta.

Ley de Gay-Lussac.

I: Cuestionario individual



En esta pregunta se relaciona el lenguaje científico con el lenguaje que utilizamos ordinariamente. Como consecuencia de reinterpretar el lenguaje científico en su significado más coloquial, el enunciado resultante es menos preciso que el original, pero se buscó en lo posible que fuera fácil relacionar un enunciado con el otro si es que se comprenden los términos científicos.

Aunque el resultado muestra que 42 alumnos de 60 (70 %) comprenden el enunciado de la ley, a algunos les da trabajo relacionar los dos lenguajes.

II: Cuestionario en equipo

De los diálogos registrados, se anota un ejemplo en donde en el equipo hay un alumno que relaciona sin ninguna dificultad los dos enunciados, pero no logra convencer a sus compañeros:

Alumno 1: Si aumenta la temperatura de un gas aumenta su presión.

Alumno 2: ¿Pero no podría ser la a?

Alumno 1: No porque dice que la masa se va a mantener fija.

Alumno 2: ¡Ha! Pues ya, de todos modos no tengo idea.

Alumno 1: ¿Tú? (Le pregunta al Alumno 3, pero no se oye respuesta).

Contestan la opción correcta expresada por el Alumno 1.

CONCLUSIONES

1. Notación matemática. Aunque la mayoría de los alumnos relaciona de manera adecuada el enunciado científico con su expresión matemática, una buena cantidad (15 %), opta por la respuesta donde aparece T en la ecuación, siendo que el enunciado menciona que el proceso es a temperatura constante. Esto también se hace evidente en la discusión que se lleva a cabo entre los alumnos.

2. Imágenes o modelos mentales de procesos físicos. El resultado nos dice que el enunciado, por sí sólo, no genera una imagen o modelo mental por medio del cual, los alumnos, puedan relacionar el enunciado científico con un fenómeno o proceso familiar para ellos. Las opciones con más repuestas incluyen un líquido, que es el agua en una olla exprés (27.4 %), cuando se trata de leyes de los gases. También incluyen un globo aerostático (38 %), que es un sistema abierto siendo que el enunciado menciona que “la masa es fija”.

En el comentario que se anota, dice la Alumna 3: “Es que ya no me acuerdo como era”, comentarios como este aparecen frecuentemente. Varios alumnos, ante la imposibilidad de imaginar y relacionar, invocan a su memoria porque piensan que debieron verlo antes en clase y ya no se acuerdan.

3. El lenguaje cotidiano. La mayoría de los alumnos (70 %), relacionó adecuadamente los dos lenguajes, el científico con el cotidiano. La otra opción más elegida (18 %), hace variar el volumen cuando el enunciado de la ley de Gay-Lussac dice "A volumen constante”.

Jiménez-Aleixandre (Jiménez-Aleixandre et al., 2003) menciona dos dificultades que puede tener el lenguaje científico en el aprendizaje: por un lado la introducción de términos nuevos, desconocidos para los alumnos, donde, si el profesor hace demasiado énfasis en su aprendizaje descontextualizado, conduce a un aprendizaje memorístico. Por otro lado, muchas veces un mismo término tiene distintos significados en el lenguaje de las ciencias y en el lenguaje cotidiano.

Para colaborar en la construcción de modelos mentales cercanos a los modelos científicos, es importante que relacionemos en la enseñanza, el lenguaje científico que utilizamos con el lenguaje de los alumnos, para que a partir de la familiaridad de su lenguaje puedan evolucionar a formas de expresión más especializadas, que acerquen sus representaciones de sentido común a las representaciones que utilizamos los expertos. Además, es importante discutir con el alumno el significado, el sentido, la implicación y el alcance de tales representaciones. Los símbolos y los conceptos que usamos en la enseñanza de las ciencias no hablan por sí solos, es necesario argumentar sobre ellos.

Dejemos que el alumno hable y que haga explícitas sus propias representaciones, contribuyamos a que sea capaz de ir más allá de su sentido común y de este mundo real, de objetos tridimensionales y mesocósmicos (Riviére, 1991), para imaginar otros mundos posibles a partir de la ciencia que le enseñamos en la escuela.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalá Hernández Manuel. (2002). *La construcción del lenguaje matemático*. Barcelona: Graó.
- Chang, Raymond. (2007). *Química*. D. F.: Mc Graw Hill.
- Daub, G. W. y Seese, W. S. (8ª Ed.). (2005). *Química*. D. F.: Pearson Educación.
- Jiménez, M. P.; Caamaño A.; Oñorbe A.; Pedrinachi E.; De Pro A. (2003). *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P.; Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*. 21 (3), 359–370

Moreira, M.A. (1997). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*. 1 (3), 193-232.

Pérez Gómez A. I. (1994). *La cultura escolar en la sociedad neoliberal*. Madrid: Morata.

Pozo, J.I. (2007). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. En Pozo, J. I y Flores, F. *Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia*. Madrid: OREALC-UNESCO/Universidad de Alcalá.

Rivière, A. (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza.

Sanz, Inmaculada. (2007). *El español profesional y académico en el aula universitaria: el discurso oral y escrito*. Valencia: Tirant lo Blanch.

Argumentación en el aula de ciencias.

El modelo de Toulmin.

¹Márquez Specia Mayra N., ²Márquez López, José R., ³Romero Arenas Omar.

¹*Programa de Ingeniería Agroforestal. Unidad Regional Tetela de Ocampo*

²*Facultad de Ciencias Químicas.*

³*Departamento de Agroecología y Ambiente DAGAM.*

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.

Correo: maymspecia@hotmail.com

RESUMEN

Alumnos de un curso de química a nivel universitario investigan un tema de su interés que tiene relación con la química y tiene implicaciones en la salud, sociales o ambientales para exponer en clase.

Posteriormente contestan una pregunta relacionada con su tema en donde es necesario que argumenten para dar su punto de vista. Esto se hace en 3 etapas:

1. Sin conocer el modelo de Toulmin: La primera pregunta fue aplicada sin que los estudiantes tuvieran conocimiento del modelo de argumentación de Toulmin.
2. Practicando con el modelo de Toulmin: Se les explicó el modelo y se les entregó la misma pregunta para la aplicación del modelo, primero en forma de esquema para facilitar su organización, y posteriormente debieron argumentar en forma de texto utilizando los elementos de dicho modelo.
3. Conociendo el modelo de Toulmin: En la última etapa se aplicó una pregunta general para todos y se les pidió que aplicaran el modelo, ya sin tenerlo a la vista.

Se reportan los resultados.

Palabras clave

Argumentación. Modelo de Toulmin. Enseñanza de las ciencias.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo pretendemos analizar el grado en que una enseñanza basada en la argumentación de respuestas y opiniones ante preguntas específicas sobre una temática determinada es capaz de estimular el desarrollo de guiones de los estudiantes, además de evaluar la calidad de argumentos presentados por ellos con respecto a las temáticas abordadas.

De acuerdo con Antón (2007) la argumentación es “el acto de habla en el que de unos enunciados inferimos otro. Al primero lo denominamos premisa y al último conclusión”. El argumento es un eje central tanto para la ciencia como para la educación

en ciencias, así, los docentes debemos dar a los estudiantes las oportunidades necesarias para practicar y desarrollar sus habilidades de argumentación durante las clases.

Aun en estos días encontramos que, en el salón de clases el discurso es claramente dominado por los profesores, y hay una tendencia a no fomentar la discusión reflexiva en cuanto a temas científicos. Pocas son las oportunidades que tienen los estudiantes para la construcción social del conocimiento, que se deben dar principalmente por el uso de la argumentación guiada y basada en distintas técnicas pedagógicas.

Conociendo la importancia de la estructuración de argumentos, ha empezado a gestarse un cambio importante en cuanto a la forma de concebir al aprendizaje, lejos de verlo como un proceso confinado a la mente como algo totalmente individual, se va encaminando hacia su reconocimiento como algo que también envuelve a los procesos sociales y culturales. Diversos estudios tomados desde una perspectiva socio-lingüística (Simon; Erduran; Osborne, 2006) nos hacen ver que el lenguaje tiene un papel crítico e importante en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, ya que es por medio del lenguaje que la cultura y los diferentes puntos de vista de los estudiantes, como comunidad y como individuos, los hacen críticos como alumnos y dispuestos o no a la adquisición de nuevos conocimientos. De acuerdo con Lemke (1997) “el dominio de los temas académicos, es el dominio del uso de sus patrones especializados de lenguaje”, y es claro que no hay duda de esta afirmación, ya que si bien el lenguaje es parte fundamental de toda nuestra vida como profesionistas y como humanos, no podemos hacer de lado su gran importancia para la comprensión, aprendizaje y adquisición, de conceptos y conocimientos, sean al nivel que sean. Y aprender siempre será a través del lenguaje, ya que aprender cualquier disciplina, requiere de adoptar las normas del lenguaje de dicha disciplina.

Driver y Osborne (1999) son algunos de los investigadores que han dado mayor importancia, a la creación de situaciones que lleven a los estudiantes a desarrollar sus niveles de argumentación y así reforzar sus estructuras verbales, las cuales le ayudaran para expresar de mejor manera sus puntos de vista. De igual manera este tipo de estudios acreditan que la práctica constante de la argumentación, puede ayudar al estudiante a entender mejor la racionalidad de la ciencia y comprender mejor sus conceptos, de ahí la importancia de desarrollar las habilidades verbales de las futuras generaciones de científicos, ya que tendrán en sus manos el deber de incrementar y desarrollar la calidad de la literatura científica y la educación en las ciencias.

Es un hecho que la educación en las ciencias debería preocuparse por algo más que el solo conocimiento y los hechos científicos; debería dar más valor y énfasis a los procesos de razonamiento crítico y la estructuración de los argumentos, ya que la carencia de esto, afecta la forma en que los estudiantes entienden y perciben la ciencia, así como su forma de acercarse a ella.

Como ya se ha comentado, una nueva reforma en la educación ha venido gestándose, durante las últimas décadas, esta nueva reforma considera aspectos de la educación, el aprendizaje y sus procesos que no habían sido considerados anteriormente, partiendo de que esta nueva modalidad de la educación, deja de lado la individualidad de dichos procesos, y acuña conceptos, como la propia construcción del conocimiento y su socialización, debemos aprender a desaprender, y adoptar nuevas estrategias que evocan a nuestra naturaleza de seres sociales. Los defensores de estas nuevas reformas han promovido a los textos científicos como una estructura multifacética, donde se debe “ser

capaz de utilizar el conocimiento científico, además de las formas personales de pensar y sus propósitos sociales” (Sadler, 2006).

Por tanto, los docentes deben pedir a sus estudiantes más que una simple adquisición pasiva de conocimientos relativos al mundo natural, en general los estándares implican un elemento activo a la vida diaria de los estudiantes; ya que de forma tradicional, los profesores conciben a los estudiantes como una generalidad, todos están faltos de habilidades, no tienen conocimientos y todos aprenden de la misma manera, es por eso que una nueva visión de la educación y de las ciencias es necesaria, ya que deja de lado esta visión tradicionalista, y ve al estudiante como persona con capacidades y habilidades diferentes a las de los demás.

Estos acercamientos alientan a los estudiantes a participar en algunos elementos de la investigación científica, con los que los generalmente no tienen mucho contacto y que son factores críticos para la calidad de los resultados obtenidos, elementos tales como, la manipulación de variables, el diseño experimental y la confirmación de hipótesis. Pero normalmente no tienen en cuenta la práctica social en la ciencia, o no promueven las competencias necesarias para la evaluación y defensa de las teorías y descubrimientos científicos, es ahí donde la construcción adecuada de argumentos entra en juego, con un papel claramente imprescindible a la hora de generar opiniones o defender los propios puntos de vista y descubrimientos.

El análisis de la argumentación de los estudiantes se realiza bajo distintos enfoques, según los investigadores en enseñanza de las ciencias (Chamizo, 2007). Son estudios realizados desde un punto de vista estructural, que tienen como regla general, el modelo de Toulmin, que es considerado como un modelo de racionalidad, se adapta a los procesos de comunicación y formación de argumentos, tiene por finalidad estructurar un discurso convincente y se interesa en lograr acuerdos.

Stephen Toulmin (1958)), elabora este modelo de argumentación, que consideramos es una herramienta de análisis que puede ser utilizado para investigar el razonamiento científico producido por los alumnos en el aprendizaje de la ciencia.

Este modelo se ilustra en la figura 1. Passos y Linhares (2007) identifican los elementos clave de una argumentación, así como las relaciones entre ellos.

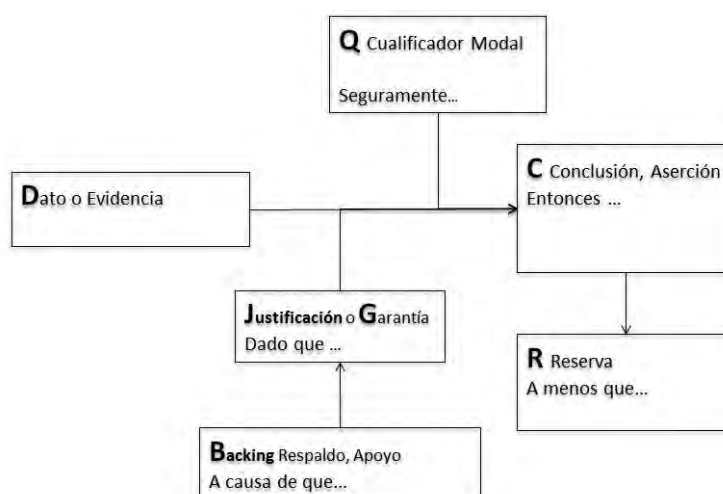


Figura 1. Modelo de argumentación de Toulmin.

Los datos (D), la conclusión (C) y la justificación (J). La estructura básica es: "de un determinado D, ya que J, entonces C". Sin embargo, para un argumento completo se puede especificar en qué circunstancias la justificación presentada es válida o no. Por lo tanto, al argumento se pueden agregar calificadores modales (Q), es decir, la especificación de las condiciones necesarias para una justificación válida. Del mismo modo, se pueden especificar las condiciones en que la justificación es válida o no. También presenta una refutación (R) de la justificación. Otro elemento es una afirmación que admite las justificaciones y se conoce como "respaldo" (B) o conocimientos básicos. El "respaldo" es una garantía de las bases de la justificación.

Toulmin está seguro de que en nuestras argumentaciones cotidianas no hacemos uso de un modelo riguroso, así que crea un modelo capaz de analizar cualquier tipo de discurso, incluyendo el discurso social (Rodríguez, 2004). Este modelo parece ser útil para ayudar a los docentes a motivar a los estudiantes para usar este modelo, para encontrar la justificación de una evidencia.

En resumen, el modelo se utiliza de la siguiente forma: a partir de una evidencia (datos) se formula una conclusión (proposición). Una garantía conecta los datos con la conclusión y fortalece su cimiento teórico, práctico o experimental, es decir, se ofrece un respaldo. Los calificadores modales (ciertamente, sin duda) indican el modo en que se interpreta la conclusión como verdadera. Finalmente, se consideran sus posibles reservas u objeciones.

De modo tal, que el modelo de Toulmin, nos resulta muy útil a la hora de planificar la escritura de cualquier texto, pero en particular fortalece al texto científico. Además posibilita encontrar y delimitar una conclusión, que en ciencias, es definitivamente la parte central, para la generación de nuevos conocimientos.

Por tanto la argumentación puede considerarse como un proceso secuencial, el cual nos permite inferir conclusiones a partir de las premisas (Rodríguez, 2004).

En definitiva una de las cosas que realzan a modelo de Toulmin, es que es un modelo aplicable incluso a argumentos de tipo social, ya que como lo hemos mencionado anteriormente, a la argumentación no es parte solamente de la ciencia, es parte de nuestra vida social, y es que en la cotidianidad nos enfrentamos a personas con distintos puntos de vista, y nuestra defensa ante tal hecho, es nada más y nada menos que la argumentación.

Entrando en el contexto escolar y aún más en el científico, el conocimiento se difunde mediante textos, basados en la argumentación lógica, la cual es una condición intrínseca, que le aporta solidez al discurso y credibilidad al autor del documento.

DESARROLLO

Planteamiento del problema

La falta de una argumentación estructurada en los estudiantes, limita el aprendizaje de conocimientos científicos y la capacidad de entender la racionalidad de la ciencia.

En la mayoría de los casos, la falta de habilidad verbal, limita tanto la comprensión de temas científicos, y de forma general afecta la expresión de ideas y opiniones. La implementación de modelos, como el de Toulmin permiten al estudiante organizar los

elementos de su argumento para desarrollar las habilidades necesarias en la expresión verbal y escrita en general.

Objetivo General

Determinar la utilidad del modelo de Toulmin para la enseñanza de la argumentación en ciencias.

Objetivos particulares

- Analizar el nivel de expresión escrita con que cuentan los estudiantes antes de conocer el modelo de argumentación de Toulmin.
- Conocer en qué grado sus propias estructuras de argumentación se ven influenciadas por el modelo de argumentación de Toulmin
- Determinar en qué medida aplican el modelo de argumentación de Toulmin y que tanto sus estructuras se apegan a este.

METODOLOGÍA

Los estudiantes investigaron y elaboraron un proyecto sobre un tema y las implicaciones que tenía, tomando en cuenta los elementos científicos, sociales, ambientales y de salud entre otros. Una vez que los alumnos finalizaron sus proyectos de investigación, los expusieron en clase.

Posteriormente se les realizaron preguntas específicas que incluyeron implicaciones de orden científico, social, y de valores. Para poder responder a estas preguntas debieron tener un nivel de conocimiento acerca del tema y ser capaces de utilizar distintas habilidades, esto para estructurar sus respuestas de una forma adecuada y así argumentar el por qué la validez de sus puntos de vista.

Las preguntas las respondieron de manera individual y se aplicaron en 3 etapas:

1. Sin conocer el modelo de Toulmin: La primera pregunta fue aplicada sin que los estudiantes tuvieran conocimiento del modelo de argumentación de Toulmin. De tal forma que sus argumentos no tenían una estructura definida, no se guiaron por ningún tipo de patrón.
2. Practicando con el modelo de Toulmin: Una semana después se les explicó el modelo y en que consiste, se les entregó la misma pregunta para la aplicación del modelo, primero en forma de esquema para facilitar su organización, y posteriormente debieron argumentar en forma de texto utilizando los elementos de dicho modelo. Una vez obtenidas ambas respuestas a la misma pregunta, se analizó la argumentación, evaluando la estructura y aplicación del modelo de Toulmin.
3. Conociendo el modelo de Toulmin: En la última etapa, 2 semanas después se aplicó una pregunta general para todos y se les pidió que aplicaran el modelo, ya sin tenerlo a la vista.

Los temas a investigar quedaron de la siguiente manera:

Equipo	Tema a investigar	Pregunta Etapas 1 y 2
1	“La Comida del Siglo XXI”. Uso de Transgénicos	¿De acuerdo con lo estudiado, dirías que la producción de alimentos transgénicos es algo benéfico? ¿Por qué? Explica.
2	Refrescos (Azucares)	¿Qué efecto crees que tiene el consumo actual de refresco en nuestra sociedad? ¿Por qué? ¿Crees que la publicidad nos influye?
3	¿Qué aceite comestible es mejor para la salud?	¿Qué tipo de aceites son los más adecuados para el consumo de acuerdo con sus propiedades químicas? ¿Crees que la publicidad nos influye?
4	Contaminación por detergentes	¿Crees que vale la pena seguir usando detergentes aun cuando el planeta está cada vez más contaminado?
5	Procedimientos estéticos a través de laser	¿Crees que el uso de laser es una buena opción como procedimiento estético aunque ponga en riesgo la salud? ¿Por qué?
6	Ventajas y desventajas de los tipos de leche	Antes sólo se tomaba leche de vaca. Ahora hay muchísimas opciones. ¿Piensas que hay algo benéfico para la salud?
7	Bebidas Energéticas	¿Piensas que las bebidas energéticas aportan algo benéfico o solo es efecto de la publicidad y la moda?
8	Shampoo contra la caída del cabello	¿Crees que como producto comercial realmente es posible la elaboración de un shampoo que detenga la caída del cabello? O sólo es una cuestión publicitaria y comercial.
9	Sangre creada a partir de polímeros: sangre de plástico	En la actualidad existen grupos que se oponen a la transfusión sanguínea. Si se llegara a utilizar sangre sintética para algunos propósitos, ¿Piensas que aumentaría la oposición para su uso? ¿Tienen alguna razón esos grupos o son fanáticos?
10	Química del sexo	Si el amor se explica como un proceso químico y fisiológico, entonces ¿los sentimientos y emociones no existen como tales?
11	Vacas de criadero	Un conocido político relacionó el consumo de carne de animales (en ese caso fueron pollos) engordados con hormonas con la homosexualidad en los humanos ¿crees que hay alguna relación?
12	Fritz Haber: ¿Héroe o villano?	Fritz Haber, un gran científico. Ganador del Nobel de Química. Algunos científicos ganadores del Nobel devolvieron sus premios al enterarse de que Haber lo había ganado. ¿Debemos considerarlo un héroe o un villano?

RESULTADOS

Aunque las investigaciones fueron llevadas a cabo en equipos de 3 alumnos, los cuestionarios, como ya se mencionó, fueron contestados individualmente. Se reportan los resultados que corresponden a un alumno por equipo.

Se revisó si las respuestas entregadas presentaban cada uno de los elementos del Modelo de Toulmin. Así se asignó una puntuación por cada apartado:

Alumno: Etapa:	0: No lo presenta. 1: Lo presenta parcialmente. 2: Sí lo presenta.
Conclusión	
Dato o Evidencia	
Justificación	
Calificador Modal	
Respaldo	
Reserva o Refutación	

Por lo que la mínima puntuación es 0 y la máxima 12.

Se reportan los resultados de la suma de puntos por alumno obtenida en cada una de las etapas.

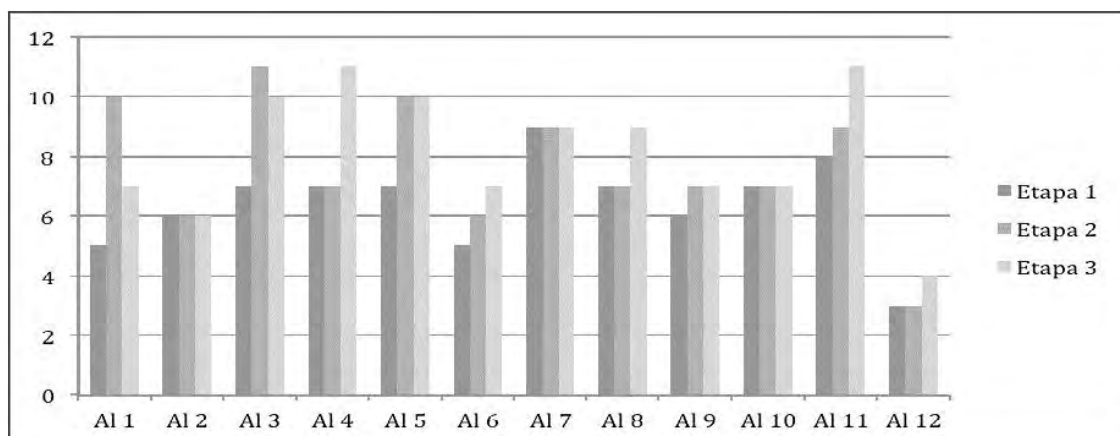


Figura 2. Puntuaciones por alumno en cada etapa.

CONCLUSIONES

Como es posible observar, en la mayoría de los casos que se reportan, hubo un incremento de la calificación en la Etapa 3 con respecto de la Etapa 1.

1. Etapa 1: De acuerdo con lo que la gráfica nos muestra, en la mayoría de los casos la Etapa 1 es la más deficiente en cuanto a estructura y calidad del argumento, ya que los alumnos no conocían el modelo de argumentación ni tenían idea de cuales elementos son los que lo conforman.
2. Etapa 2: Durante la Etapa 2 se logra ver un claro avance en la estructuración del argumento científico. No se considera tan significativa debido a que los estudiantes contaban con el esquema de argumentación y se enfocaban totalmente en llenarlo cumpliendo con cada uno de sus elementos.
3. Etapa 3: Por último la Etapa 3 resulta ser la que obtiene de forma general, los puntajes más altos, además de ser la más significativa, debido a que implica la aplicación de un conocimiento previo ya sin tener a la vista el esquema de argumentación, por lo que los estudiantes debieron recordar cada uno de los elementos y su aplicación para así poder estructurar sus respuestas y sustentarlas de la mejor forma posible. Al analizar las respuestas presentadas en esta etapa, se logra identificar una clara estructuración y correcta aplicación de la mayoría de los elementos. Es aquí donde los estudiantes implementan el conocimiento

adquirido, pero a este se suma la habilidad argumentativa que cada uno ha desarrollado de forma independiente.

Algunos estudiantes obtuvieron puntajes por encima de la media del puntaje general sin tener una variación significativa entre las 3 etapas. Podríamos decir que estos alumnos tienen una clara tendencia a generar argumentos bien estructurados aun sin conocer el modelo.

De cualquier manera, la generalidad nos indica que el acercamiento de los alumnos con el modelo argumentativo de Toulmin deja en ellos una estructura más clara para fundamentar sus conocimientos y opiniones, es entonces cuando podemos decir que los alumnos de ciencias elaboran respuestas científicas incluyendo valores y factores sociales, pero siempre en un marco de fundamentación, es decir, los estudiantes están argumentando.

BIBLIOGRAFÍA

- Antón, A. (2007). Análisis del discurso mediante el modelo de Toulmin. *Jornades de Foment de la Investigació*, 12. Último acceso el 30 de mayo de 2012, desde <http://www.uji.es/publ/edicions/jfi12>
- Chamizo, J. A. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 25 (1), 133-145.
- Driver, R. & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21 (5), 553-576.
- Jiménez, M. P. & Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 359-370.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Passos, S. L.; Linhares, Q. S. (2007). Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Quim. Nova*, 30 (8), 2035-2042.
- Rodríguez, L. I. (2004). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*, 5 (1), 2-18. Último acceso el 30 de mayo de 2012, desde <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/>
- Sadler, T. D. (2006). Promoting Discourse and Argumentation in Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 17 (4), 323-346.
- Simon, S., Erduran, S. & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: reserch and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28 (2), 235-260.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: University Press.

Concepciones alternativas de alumnos del tercer ciclo de Educación Primaria sobre la energía

Martínez-Lozano, V.^a, Arevalo, M.J.^b, Gil, M.V.^b, Cubero, J.^a, Melo, L.^a, Cañada, F.^a

^a*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.06006 Badajoz.* ^b*Departamento de Química Orgánica. Universidad de Extremadura. 06006 Badajoz. Correo:flori@unex.es*

RESUMEN

El trabajo que se presenta es un estudio de las concepciones alternativas sobre el concepto general de la energía, en alumnos del Tercer Ciclo de Educación Primaria. Estos conocimientos forman parte del currículo de ciencias en primaria, y constituye un tema básico para la comprensión de cualquier materia de ciencias por su carácter multidisciplinar tanto en primaria como en las siguientes etapas educativas. La muestra seleccionada está compuesta de 50 alumnos pertenecientes a un Colegio de Educación Infantil y Primaria de la ciudad de Badajoz. Para la recogida de datos se ha elaborado un cuestionario con preguntas abiertas. Una vez analizados los cuestionarios se ha constatado la presencia de ideas alternativas.

Palabras clave

Educación Primaria, Energía, Ideas alternativas

INTRODUCCIÓN

La energía es uno de los temas que recibe gran atención por parte de los currículos en cualquier nivel educativo, desde Educación Primaria (EP) hasta la Educación Superior, por ser un tema interdisciplinar y por su importancia económica, social y ambiental.

El Decreto 82/2007 de 24 de abril (DOE N° 50 de 3 de mayo de 2007), por el que se establece el Currículo de Educación Primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura, hace referencia a la importancia de los contenidos y actitudes relacionados con la energía. Los contenidos se engloban en el bloque 7, *Materia y Energía*, dentro del área *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*. En el primer ciclo se trabajan sobre todo actitudes sobre el ahorro energético. En el segundo ciclo se abordan principalmente las fuentes de energía y los cambios en la vida cotidiana. En el tercer ciclo se trabaja con las diferentes formas de energía, las transformaciones simples de energía y las fuentes de energía renovables y no renovables. Hay que señalar que en todos los ciclos se refuerza el ahorro de energía y el uso responsable de la misma para la sostenibilidad del planeta.

Además, la energía está íntimamente relacionada con otros conocimientos básicos para la educación científica, como pueden ser el trabajo, calor, electricidad, las reacciones químicas, procesos biológicos y geológicos, energías alternativas, crisis energética, etc. Por tanto, su importancia radica en la utilidad de dicho concepto en la sociedad y su interacción ciencia-tecnología-sociedad.

Los alumnos, cuando se disponen a aprender muchos de los conceptos científicos escolares, tienen concepciones alternativas, también denominadas ideas previas, sobre los mismos, y estas ideas o concepciones les sirven para interpretar lo que se le está

enseñando, de modo que las nuevas ideas interaccionan con los esquemas previos de los alumnos (Driver et al., 1989).

En este trabajo analizamos las concepciones alternativas que presentan alumnos de tercer ciclo de Primaria sobre la energía. Para la detección de las mismas utilizaremos un cuestionario con preguntas abiertas.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

La importancia de estudiar las concepciones alternativas de los alumnos de Primaria sobre los temas de ciencias y la escasez de trabajos realizados en España justifica esta investigación, puesto que la mayoría de los trabajos se centran en conocer las representaciones mentales de los docentes en formación y menos de los alumnos de EP.

Antecedentes de la investigación

La enseñanza-aprendizaje de la energía es un campo de investigación muy explorado a nivel de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), tanto en el campo de las ideas previas del alumnado (Bañas et al., 2003; Solbes y Tarín, 2004), como sobre las estrategias de enseñanza (Pacca y Henrique, 2004; García, 2006; Martínez y Varela, 2009). Sin embargo, en EP no son muchas las investigaciones al respecto. A continuación, hacemos una breve descripción de los trabajos encontrados en los últimos años.

Rodríguez Marín y García Díaz (2011), han realizado una investigación donde analizan las concepciones de un grupo de 50 docentes en formación, sobre el concepto de energía y tipos de energía. Para ello se utilizó un cuestionario que fue contestado de manera individual y por grupos. Los resultados obtenidos fueron similares, el 51,11 % de las respuestas de forma individual y el 50 % de las respuestas de forma grupal identificaban la energía con las formas más visibles de energía: energía eléctrica, energía motriz y energía calorífica. Los resultados obtenidos están en concordancia con los encontrados por Solbes y Tarín, donde un 76 % de la muestra (alumnos de Educación Secundaria) reconocía más fácilmente las formas de energía asociadas con calor, movimiento y luz.

Rubio Cascales y de Pro Bueno (2011) han identificado, analizado e interpretado las concepciones sobre la energía y su problemática desde la sostenibilidad, de estudiantes de 1º de ESO, alumnos que recién han terminado la EP. La recogida de datos se realizó a través de un cuestionario basado en noticias relacionadas con la energía. En el estudio han puesto de manifiesto el desconocimiento del alumnado respecto a términos y expresiones que habitualmente aparecen en los medios de comunicación.

De Pro Bueno y Rodríguez Moreno (2010) han diseñado una unidad didáctica sobre el estudio de los circuitos eléctricos en EP. De esta experiencia tan completa, hemos extraído aquellas consideraciones en relación con la energía. De las respuestas de los alumnos se deduce que conciben la energía, la electricidad o la corriente eléctrica como un fluido que sale de la pila. Además, utilizan indistintamente el término “electricidad” o “energía” que sale de la pila.

Objetivos específicos

1. Conocer las concepciones alternativas de alumnos de sexto curso de EP en relación con la energía, sus usos y transformaciones.
2. Analizar en que medida los alumnos son conscientes de la necesidad de un uso responsable de la energía.

METODOLOGÍA

La metodología adoptada en este estudio sigue un enfoque interpretativo-descriptivo a través del cual tratamos de describir, explicar y comprender las concepciones alternativas que tienen los estudiantes de sexto curso de EP acerca de aspectos relacionados con la energía.

Procedimiento

Muestra

La muestra seleccionada está compuesta por un total de 50 alumnos de 6º de Primaria, distribuidos en dos clases A y B, pertenecientes a un Colegio de Educación Infantil y Primaria de la ciudad de Badajoz. Siendo un muestreo no probabilístico de conveniencia, ya que el Centro participa en un Proyecto de Investigación conjunto con la Universidad de Extremadura.

Recogida de datos

El procedimiento para la recogida de datos ha sido un cuestionario de preguntas abiertas que hemos elaborado dentro del marco de esta investigación, por lo que está en proceso de validación. El cuestionario consta de seis preguntas que abarcan las ideas de los siguientes conceptos: definición de energía, transferencia, conservación y degradación, fuentes y formas de energía, y ahorro energético.

El estudio se ha realizado en las dos aulas de sexto de Primaria y ha sido contestado por los alumnos después de la instrucción del tema por parte de sus maestros.

Análisis

Para el análisis de los cuestionarios se han establecido una serie de categorías para cada pregunta, las cuales engloban la mayoría de las respuestas expresadas por los alumnos.

Para la primera pregunta, *¿Qué es la energía?* Se establecieron las siguientes categorías: 1. Causa o Razón que justifica los cambios; 2. Electricidad; 3. Componente material de los cuerpos; 4. Fuerza y 5. Razón del funcionamiento de aparatos; 6. Movimiento.

Para la segunda pregunta, *¿Para qué nos sirve la energía?* Han surgido las siguientes categorías: 1. Funcionamiento de aparatos y máquinas; 2. Facilitar la vida; 3. Producir cambios en el entorno; 4. Realizar funciones diarias; 5. Transformación y almacenamiento.

La tercera pregunta, *Escribe tres cosas que utilices cada día que necesiten energía para funcionar*, se ha categorizado en: 1. Aparatos eléctricos; 2. Vehículos; 3. Pilas y baterías y 4. Seres vivos.

En la cuarta pregunta, *¿Cómo conseguimos la energía que necesitamos?* Las categorías seleccionadas han sido: 1. Centrales eléctricas; 2. Electricidad; 3. Alimentos; 3. Transformación; 4. De objetos.

Para la quinta pregunta, *¿Podemos gastar toda la energía que queremos?* Se han categorizado las razones que expresan los alumnos: 1. Limitada; 2. Costosa; 3. Contaminación; 4. Calentamiento global.

Para la sexta pregunta, *¿Qué podemos hacer para ahorrar energía?* Se han establecido las categorías: 1. Electricidad; 2. Vehículos; 3. Combustibles fósiles; 4. Energías renovables; 5. Reciclar.

RESULTADOS

A continuación, se presenta una muestra de los resultados obtenidos.

Comenzaremos la discusión por la pregunta 1 relacionada con el concepto de energía. Como podemos apreciar en la Tabla 1, la mayoría del alumnado (72,9 %) contestó de manera acertada a la pregunta, al relacionar la energía con los cambios en general. Sin embargo al revisar el cuestionario en su conjunto, vemos que la mayoría de los cambios asignados a la energía se centran en el funcionamiento de aparatos.

Es importante destacar que el cuestionario se pasó una vez abordado el tema en el aula, por eso la mayoría de los alumnos tiene una interpretación correcta del concepto de energía. Aunque se comprueba que en algunos alumnos persisten concepciones alternativas al asociar la energía con la fuerza, la electricidad, funcionamiento de aparatos o movimiento. Los resultados obtenidos en cuanto a las concepciones alternativas que presentan los alumnos están en consonancia a los obtenidos por Doménech et al., (2001) en un estudio realizado con estudiantes de educación secundaria.

Tabla 1. Categorías y respuestas del alumnado a la pregunta 1. ¿Qué es la energía?

Categoría	Nº Respuestas*
Causa o razón que justifica los cambios	35
Electricidad	3
Componente material de los cuerpos	3
Fuerza	3
Razón del funcionamiento de aparatos	3
Movimiento	1

**Número total de respuestas: 48*

Respecto a la pregunta 4, la cual está relacionada con las fuentes de energía, podemos observar en la Tabla 2, que la mayoría de los alumnos, concretamente un 91.6%, confunden fuente de energía con forma de energía. De ellos, el 77 % equivocan fuente de energía con el proceso de transformación, al manifestar que las centrales eléctricas son fuentes de energía. El 14,6% no contemplan el proceso de transformación ya que directamente dicen que la electricidad es la fuente de energía. Es importante destacar que la electricidad es, prácticamente, el único tipo de energía al que han hecho referencia, ya que tan sólo un alumno ha señalado los alimentos como fuente de energía. En relación con los resultados obtenidos, García et al., (2007) señalan que los alumnos saben más de los usos de la energía que de los procesos para su obtención, transporte y distribución.

Tabla 2. Categorías y respuestas del alumnado a la pregunta 4. ¿Cómo conseguimos la energía que necesitamos?

Categoría	Nº Respuestas*
Centrales eléctricas	37
Red electricidad	7
Alimentos	1
Transformación	2
De objetos	1

*Número total de respuestas: 48

En la pregunta 6, relacionada con el ahorro energético y uso responsable de la energía. Podemos destacar que un 60,8 % del alumnado propone consumir menos energía eléctrica. El 11,8 % sugiere utilizar menos los vehículos, el 5,9 % sugiere utilizar menos combustibles fósiles y tan sólo 1 alumno (1,9 %) ha propuesto el reciclaje como alternativa para ahorrar energía. De las respuestas obtenidas para éste ítem se vuelve a poner de manifiesto que identifican formas de energía con fuentes de energía, al igual que pasaba en el ítem 4. Los resultados están de acuerdo con los encontrados por Rubio-Cascales y de Pro Bueno (2011), donde señalan que son perceptibles los problemas sociales relacionados con el consumo de energía en los que aparece la energía eléctrica, pero no los que se relacionan con el uso de los combustibles fósiles.

CONCLUSIONES

A continuación, exponemos las principales conclusiones que se han obtenido después del análisis de los cuestionarios realizados por los alumnos en los dos cursos de sexto de Primaria. Muchas de estas ideas coinciden con las encontradas en las investigaciones realizadas con maestros en formación y en educación secundaria.

- Relacionan formas de energía con fuentes de energía.
- Asocian la energía con la fuerza.
- Existe tendencia a asociar energía con movimiento o funcionamiento de aparatos.
- No tienen en cuenta a los seres vivos como sistemas que transforman la energía.
- No expresan ideas alrededor del principio de conservación de la energía, ya que manifiestan que la energía es limitada.
- Relacionan el consumo de energía con aumento de contaminación y el calentamiento global. Esto puede estar relacionado con las informaciones que nos llegan desde los diferentes medios de comunicación. Sobre todo programas de televisión.
- La mayoría de los alumnos sólo consideran la energía eléctrica como forma de energía. Esto es debido a que nuestra sociedad es dependiente de esta forma de energía, sobre todo en el hogar y el centro escolar. Sin embargo, muy pocos han hecho referencia a otra forma de energía como puede ser la química que es la que presentan los combustibles fósiles y las pilas, que también son de uso cotidiano.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de investigación ACCVII-21 (2011) del Plan Propio de la Universidad de Extremadura. L. Melo agradece a la Universidad de Extremadura la concesión de una beca predoctoral.

BIBLIOGRAFÍA

Bañas, C., Mellado, V. & Ruiz, 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.

De Pro Bueno, A. & Rodríguez Moreno, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (3), 385-404.

Domenech, J.L., Gil-Pérez, D., Gras, A., Martínez, J., Guisasola, G. & Salinas, J. (2001). La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 14 (1), 45-60.

Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1989). Algunas características de las ideas de los niños y sus implicaciones en la enseñanza. En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (eds.): *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid Morata. 291-304.

García, A. (2006). Una propuesta de situaciones problemáticas en la enseñanza del principio de conservación de la energía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3 (3), 496-506.

García, J.E., Rodríguez, F., Solís, M.C. & Ballenilla, F. (2007). Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la escuela*, 63, 29-45.

Martínez, M. M. & Varela, M. P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 27 (3), 343-360.

Pacca, J. & Henrique, K. (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (1), 159-166.

Rodríguez Marín, F. & García Díaz, J.E. (2011). ¿Qué diferencias hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico de docentes en formación sobre el concepto de energía? *Investigación en la escuela*, 75, 63-71.

Rubio Cascales, J. & de Pro bueno, A. (2011). Energía: comprensión lectora y aprendizaje de la ciencia en educación primaria. *III Jornadas de los Máster en Investigación e Innovación en Educación Infantil y Educación Primaria* (pp. 693-715). Universidad de Murcia.

Solbes, J. & Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (2), 185-194.

La Casa Colón (Huelva) como recurso para la alfabetización científica y la educación ciudadana

Matas Ruiz, L., Wamba Aguado, A.M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía

Universidad de Huelva

leomatas82@hotmail.com; mwamba@ddcc.uhu.es

RESUMEN

Este trabajo es el resultado del Trabajo Fin de Máster (TFM) para el Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas por la Universidad de Huelva en el curso 2011/2012. Para su elaboración, partimos de la idea de que la realización de experiencias didácticas de carácter investigativo e interdisciplinar en torno al patrimonio local pueden favorecer la alfabetización científica y la educación ciudadana del alumnado. En relación con esta idea, pensamos que la Casa Colón, como elemento del patrimonio de la ciudad de Huelva que posee unos valores históricos, naturales y socioculturales, podría ser un buen lugar para desarrollar dichas experiencias.

Palabras clave

Alfabetización científica, educación ciudadana, educación secundaria, patrimonio histórico y natural

INTRODUCCIÓN

El estudio del patrimonio con un enfoque holístico, analizando los diversos elementos que lo conforman (históricos, naturales, sociales, etc.), tiene una gran potencialidad educativa al favorecer la interdisciplinariedad (Wamba y Jiménez, 2005), necesaria para que los alumnos adquieran una comprensión global y coherente de los contenidos tratados, que les permita aplicar los conocimientos a distintas situaciones de su vida diaria. Este enfoque integral favorece el aprendizaje significativo pues, éste ocurre con mayor facilidad cuando los alumnos analizan cuestiones cotidianas desde la perspectiva de varias disciplinas (Ávila, 2005). Además, el desarrollo de experiencias interdisciplinares en torno al patrimonio puede fomentar la alfabetización científica y la educación ciudadana del alumnado.

La educación ciudadana se favorece cuando los alumnos comprenden los valores que ofrece el patrimonio y los problemas que lo amenazan, desarrollan sentimientos de identidad y respeto hacia éste, y se sienten responsables de su conservación.

La alfabetización científica supone que todos los ciudadanos tengan unos niveles mínimos de conocimiento científico que les capaciten para comprender e interpretar la sociedad y para participar en ésta de manera crítica y responsable. Así pues, la alfabetización científica favorece la educación ciudadana, ya que las personas que comprenden el mundo que les rodea y son conscientes de cómo actuar para cambiarlo,

se sienten más comprometidos a mejorar la sociedad. Pero para lograr esta alfabetización científica son necesarias dos características en la enseñanza de los contenidos científicos, contextualización y funcionalidad (Martín Díaz, 2002). Consideramos que la enseñanza de estos contenidos a través de experiencias en las que se analice el patrimonio local de manera interdisciplinar, puede reunir estas dos características. Por un lado, porque los alumnos aprenden los contenidos curriculares de manera aplicada a un contexto cercano para ellos. Por otro lado, porque estas experiencias pueden hacer que los alumnos sientan que los conocimientos escolares tienen una utilidad para ellos, ayudándoles a comprender su entorno y a expresar opiniones fundamentadas sobre las cuestiones que le afectan.

La Casa Colón es un conjunto arquitectónico histórico situado en el centro urbano de la ciudad de Huelva. Fue construido entre 1881 y 1883 como un hotel de lujo que cubriese la demanda de alojamiento para visitantes, directivos y trabajadores de compañías extranjeras, que por aquel entonces llegaban a la ciudad como consecuencia de la gran expansión de la minería en Huelva a mediados del siglo XIX. El hotel, constituido por un conjunto de cuatro edificios y un jardín central acondicionado para la práctica de críquet y bolos, supuso un elemento moderno, símbolo de desarrollo socioeconómico, que destacaba sobre el panorama arquitectónico pobre y maltratado que la ciudad poseía en aquella época. En 1892, el hotel albergó los actos conmemorativos del IV Centenario del Descubrimiento de América, con los que logró su máximo esplendor. En la actualidad, la Casa Colón aloja un palacio de congresos, el archivo municipal y diversas salas para recepciones, exposiciones y oficinas de la administración local. En 1996 fue inscrito en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz de la Junta de Andalucía.

La Casa Colón forma parte, junto con otros elementos arquitectónicos de Huelva capital y su provincia, del llamado legado inglés, la importante herencia patrimonial que dejó la presencia inglesa en este territorio durante el último tercio del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX.

En definitiva, consideramos que un bien patrimonial como éste, con unos valores históricos, socioculturales y naturales, puede ser aprovechado por la escuela para realizar experiencias didácticas de carácter interdisciplinar, en las que los alumnos puedan relacionar el aprendizaje escolar con su entorno, contribuyendo así a la motivación del alumnado, a la alfabetización científica y al fomento de actitudes de respeto y conservación del patrimonio local, como parte de su identidad como ciudadano, y, en consecuencia, de los bienes culturales en general.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Nos planteamos que podían existir ciertas dificultades relacionadas con actividades fuera del aula realizadas con una perspectiva patrimonial en la educación secundaria, que podrían obstaculizar la puesta en práctica de este tipo de proyectos. Teniendo en cuenta esas dificultades, se formularon los objetivos que se pretendían alcanzar con el TFM, los problemas e hipótesis que orientarían su elaboración, así como la metodología seguida, que se exponen a continuación.

Objetivos

- Aproximarnos al conocimiento e interés que tiene el profesorado de educación secundaria por utilizar elementos del patrimonio local como la Casa Colón en su práctica docente.

- Analizar las posibilidades didácticas de la Casa Colón y sus jardines, para diseñar y realizar actividades que permitan trabajar contenidos curriculares específicos de Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Educación para la Ciudadanía.
- Realizar una propuesta de actividades abiertas que giren en torno a este elemento del patrimonio local y que integren la perspectiva de las tres áreas de conocimiento citadas, con las que se pretende favorecer la alfabetización científica y cultural, y la educación ciudadana del alumnado.

Problemas e hipótesis

1. ¿Qué dificultades encuentra el profesorado en la utilización del entorno para realizar actividades fuera del aula?

El profesorado encuentra dificultades didácticas en el planteamiento de las salidas fuera del aula (en cuanto a finalidades, contenidos trabajados, tipos de actividades, y/o papel de profesorado y alumnado) que hacen que se desaproveche gran parte de su potencial como recurso educativo.

2. ¿Conoce el profesorado el interés que puedan tener elementos del patrimonio local en su práctica docente, así como su potencial para facilitar la interdisciplinariedad?

El profesorado posee una visión disciplinar del patrimonio que le impide ver el interés que puede tener el patrimonio local y próximo para su práctica docente, si éste no está claramente relacionado con las materias que imparte.

3. ¿Posee la Casa Colón recursos suficientes para elaborar una propuesta de actividades de carácter interdisciplinar que ayude y motive al profesorado al uso de elementos patrimoniales del entorno y que favorezca la alfabetización científica y la educación ciudadana del alumnado?

La Casa Colón posee unos valores históricos, socioculturales y naturales que posibilitan la elaboración de propuestas de actividades con las que el profesorado compruebe las aportaciones que el patrimonio local puede tener para la enseñanza de las asignaturas que imparte y para el tratamiento interdisciplinar de los contenidos, y que podría ayudarlo y motivarlo para utilizar los elementos patrimoniales del entorno en su práctica docente y desarrollar experiencias didácticas que favorezcan la alfabetización científica y la educación ciudadana.

Metodología

La metodología seguida en la elaboración del TFM fue la siguiente:

1º) **Fase empírica.** Elaboración de cuestionarios que se pasaron a un grupo de profesores/as y alumnos/as de un instituto de educación secundaria (IES) de la ciudad de Huelva.

Los cuestionarios al profesorado tenían como finalidad aproximarnos a cómo utiliza éste el entorno para realizar actividades fuera del aula, así como a sus conocimientos e intereses por utilizar elementos del patrimonio local como la Casa Colón en su práctica docente. Se realizaron estos cuestionarios al profesorado de los departamentos de Geografía e Historia (GeH) y de Biología y Geología (ByG), así como a un profesor/a que imparte Educación para la Ciudadanía (EC) en el citado centro. En la tabla I se

muestran algunas¹ de las cuestiones que aportaron información más útil para la elaboración del trabajo, así como las respuestas dadas por el profesorado a tales cuestiones.

Con los cuestionarios al alumnado pretendíamos acercarnos a sus conocimientos e intereses respecto a la Casa Colón y a otros lugares de Huelva y su provincia. Se realizó a 59 alumnos/as de 1º de ESO. Algunas¹ de las preguntas que se incluyeron en el cuestionario fueron: ¿Conoces la Casa Colón? ¿Para qué has ido? ¿Te gustaría saber más sobre la Casa Colón? ¿Te gustaría saber más sobre la ciudad de Huelva? ¿Qué otros lugares de interés conoces de la ciudad de Huelva y su provincia?

2º) **Fase de diseño** de una propuesta de actividades en torno a la Casa Colón, que constó de las siguientes etapas:

- a) Selección de contenidos establecidos en la legislación curricular para la enseñanza en los primeros cursos de ESO de las asignaturas Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Geografía e Historia y Educación para la Ciudadanía, que se consideró que se podrían trabajar con los recursos que ofrece la Casa Colón.
- b) Adaptación de estos contenidos para trabajarlos en la Casa Colón.
- c) Desarrollo de una propuesta de actividades de carácter abierto, investigativo e interdisciplinar para trabajar en la Casa Colón dichos contenidos.

RESULTADOS DE LA FASE EMPÍRICA

Análisis de cuestionarios al profesorado

En primer lugar, se observaron ciertas contradicciones en las respuestas dadas por el profesorado respecto a las finalidades, actividades y contenidos de las salidas fuera del aula (ver preguntas 1, 2 y 3 en la tabla I), que podrían deberse a que encontrase dificultades para definir estos aspectos de las salidas. Sirva de ejemplo las respuestas dadas por el profesor/a 2 de GeH, quien considera que no se trabajan contenidos procedimentales en las salidas que realiza y no señala como finalidad la adquisición de nueva información, la resolución problemas planteados en el aula y el planteamiento de nuevos problemas; sin embargo, señala que las actividades que realizan los alumnos son de tipo investigativo. Parece contradictorio que no considere contenidos procedimentales el desarrollo de destrezas de investigación del medio. Cuando se le preguntó por los obstáculos que encuentran a la hora de organizar y realizar actividades fuera del aula, señalaron en primer lugar los de tipo económico.

Por otro lado, en relación con las cuestiones sobre la Casa Colón y sus jardines (ver a modo de ejemplo las preguntas 4 y 5 de la tabla I), percibimos en el profesorado encuestado una visión disciplinar del patrimonio y relacionada básicamente con las Ciencias Sociales, al menos en lo que respecta a su interés en docencia, dada la importancia básicamente histórica y etnográfica que otorgaron a los elementos patrimoniales que contiene la Casa Colón (otras respuestas se referían al legado inglés), frente a la escasa importancia que le dieron a sus elementos patrimoniales naturales, pues solo dos profesores consideran que los contiene. Además, el profesorado de ByG no encontró relación entre los elementos patrimoniales de la Casa Colón y los contenidos de las asignaturas que imparten, o bien consideraron esta relación irrelevante. Esta visión disciplinar del patrimonio también se reflejó en el desinterés que

¹ Por cuestiones de espacio no se incluyen los cuestionarios completos

manifestó el profesorado de ByG en disponer de material didáctico sobre la Casa Colón y sus jardines, desinterés que contrastaba con el interés que afirmó tener el de GeH.

Preguntas	Respuestas posibles	Prof. GeH		Prof. EC	Prof. ByG			
		1	2	3	1	2	3	4
1. ¿Qué finalidad tienen las salidas del aula con tus alumnos?	Comprobar/reforzar conocimientos	X	X		X	X	X	X
	Ampliar conocimientos		X	X		X	X	
	Adquirir nueva información, resolver problemas planteados en el aula y plantear otros nuevos				X		X	X
2. ¿Qué contenidos se trabajan?	Conceptuales	X	X	X	X	X	X	X
	Procedimentales	X		X	X		X	X
	Actitudinales	X	X	X	X	X	X	X
3. ¿Qué tipo de actividades se realizan?	Cerradas, para confirmar y comprobar lo trabajado en el aula							X
	Abiertas, para poner en práctica en el lugar visitado lo trabajado en el aula	X		X	X	X	X	
	De investigación		X	X				X
4. ¿Consideras que la Casa Colón y sus jardines contienen elementos patrimoniales?	Sí	Histórico	X			X	X	
		Etnográfico	X				X	
		Artístico	X					
		Natural	X				X	
		Otros			X			
	Sí, pero no lo justifican	X				X		X
	No							
NS/NC		X		X				X
5. ¿Están relacionados con los contenidos curriculares de las asignaturas que impartes?	Sí	X		X				
	No					X	X	
	No, pero no lo justifican					X		
	NS/NC		X		X			

Análisis de cuestionarios al alumnado

De los resultados de este cuestionario destacamos que la gran mayoría del alumnado (68%) afirmó que le gustaría conocer más sobre la Casa Colón, así como sobre otros aspectos y lugares de la ciudad de Huelva (81%). En el caso de la Casa Colón esto puede deberse a que, aunque la mayoría (97%) la han visitado, las visitas casi siempre (92%) han estado relacionadas con algún acto cultural (teatro, exposiciones, etc.), pero no para conocer otros aspectos de su historia, titularidad, usos o especies vegetales del jardín. Por otra parte, pensamos que de las respuestas del alumnado se desprendía un

desconocimiento y/o desinterés por lugares de la ciudad porque cuando se les pregunta por lugares que han visitado o que les gustaría conocer o visitar, se observaba cierta preferencia por lugares fuera de ésta.

Conclusiones de la fase empírica

Consideramos que estos resultados, que confirmaban las hipótesis iniciales 1 y 2, justificaban la realización de la propuesta de actividades que se expone a continuación. En primer lugar, porque se proporcionarían materiales didácticos de apoyo al profesorado que lo demandó; por otro lado, respecto al profesorado no interesado en la Casa Colón como recurso educativo, se les ofrecería una oportunidad de cambiar de opinión al respecto, si comprobaban con este material que efectivamente se pueden trabajar contenidos de sus asignaturas en dicho lugar. Además, existen ciertas diferencias con respecto a trabajarlos en otros lugares, que en determinadas circunstancias pueden resultar ventajosas, como puede ser la cercanía -salvando el obstáculo del coste de medios de transporte que ellos señalaban en el cuestionario y permitiendo volver al lugar de estudio si la necesidad de información lo requiere-, la facilidad con la que se consigue la interdisciplinariedad de los contenidos en estos entornos, o el hecho de que acercar al alumnado el patrimonio local, independientemente de la asignatura que se trabaje, puede despertar su interés por conocer su ciudad y fomentar sentimientos de respeto hacia su entorno próximo. Por otro lado, debido a la importancia que se pretendía dar en la propuesta a los contenidos procedimentales y a las actividades de investigación, podría orientar al profesorado que encontrara dificultades a la hora de diseñar actividades de este tipo.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE ACTIVIDADES

A partir de los resultados de la fase empírica, se elaboró una propuesta de actividades en torno a la Casa Colón y sus jardines que está orientada a los primeros cursos de la ESO, especialmente a 1º y 2º, debido tanto a los contenidos curriculares abordados como a la necesidad de comenzar a trabajar cuanto antes para lograr en los alumnos los objetivos pretendidos de alfabetización científica y educación ciudadana. No obstante, su carácter abierto, permite adaptarla a las circunstancias y necesidades de cada grupo-clase o centro escolar, o al trabajo de otros contenidos o en otros lugares de interés.

En la propuesta, y según los resultados de la fase empírica, se definieron los objetivos educativos que se pretendían alcanzar con las actividades, los contenidos y competencias básicas que se trabajarían, y unas orientaciones metodológicas para su implementación. A continuación, se diseñaron una serie de actividades, así como unos documentos que se incluyeron como anexos en el TFM, cuyo fin era orientar y facilitar la puesta en práctica de las actividades. La secuencia de actividades es la siguiente:

Actividades iniciales. Estas actividades tendrían como fin la motivación del alumnado, la detección de ideas previas, la delimitación de una serie de problemas y cuestiones en torno a la Casa Colón, y la introducción a su estudio. Estas actividades serían las mismas independientemente del contenido de la unidad didáctica en que se incluyesen.

- Actividad 1. *Lluvia de ideas y trama de problemas.* Con esta actividad el alumnado compartiría sus ideas y experiencias sobre la Casa Colón, y se elaborarían, teniendo en cuenta sus intereses, unas tramas de problemas, a cuyas cuestiones se iría dando respuesta mediante las actividades que se realizasen a continuación.

- Actividad 2. *Investigando sobre la Casa Colón*. Con esta actividad el alumnado buscaría, analizaría y seleccionaría información sobre el lugar objeto de estudio recurriendo a diversas fuentes, incluyendo visitas a edificios de la administración pública y entrevistas a la ciudadanía.
- Actividad 3. *Manejo de planos de la ciudad*. En esta actividad, el alumnado se familiarizaría con el uso de planos y fotografías aéreas en distintos formatos para localizar lugares de la ciudad, calcular distancias y recorridos, y orientarse. Además, realizaría su propio plano de la Casa Colón.
- Actividad 4. *¿Cómo nos debemos comportar en la Casa Colón?* Con esta actividad el alumnado tomaría conciencia de que trabajar en un lugar público conlleva respetar una serie de normas cívicas de comportamiento, para no molestar a nadie y para contribuir al buen estado de conservación del lugar.

Actividades de desarrollo. Con estas actividades se fomentaría la observación y la indagación en la Casa Colón y en sus jardines; se realizarían durante las visitas a la Casa Colón, pero también requerirían trabajo en el aula y en el laboratorio del centro educativo; serían más específicas, variando según los contenidos que se pretendan trabajar. En este caso, debido a que este TFM correspondía a la especialidad de Biología y Geología, se diseñaron actividades en las que se trabajasen principalmente contenidos propios de Ciencias de la Naturaleza. En concreto, las actividades giran en torno a dos conceptos básicos del currículo de esta área de conocimiento, la biodiversidad, especialmente de plantas, y los ecosistemas.

- Actividad 5. *Gymkhana didáctica en la Casa Colón*. Como primera actividad en la Casa Colón se diseñó una gymkhana didáctica, siguiendo la propuesta realizada por García López y García Díaz (2005), que, por su carácter educativo y lúdico, pensamos que podría ser un buen modo de motivar al alumnado a la realización de las siguientes actividades en dicho entorno patrimonial.
- Actividad 6. *Estudio de la diversidad de seres vivos en la Casa Colón*. Con esta actividad se realizaría una introducción al estudio de la biodiversidad mediante el descubrimiento por parte del alumnado de la gran variedad de seres vivos que se pueden encontrar en los jardines de la Casa Colón.
- Actividad 7. *Caracterización de las plantas de la Casa Colón*. Esta actividad consiste en la realización por parte del alumnado de un seguimiento a lo largo del tiempo de las plantas presentes en los jardines de la Casa Colón, seleccionando las partes de las plantas en las que deben fijarse para caracterizarlas, y conociendo la gran variedad de formas que pueden adoptar dichas partes, lo que les ayudaría a consolidar el concepto de biodiversidad.
- Actividad 8. *Estudio de las relaciones entre plantas y animales*. Con esta actividad, en la que se estudiarían procesos como la polinización y la dispersión de semillas o los mecanismos de defensa de la planta, el alumnado adquiriría conciencia de las múltiples interacciones que existen entre plantas y animales. Se profundizaría en el concepto de biodiversidad (de flores, de frutos, de insectos, de estructuras defensivas, de interacciones entre seres vivos), y se avanzaría hacia el concepto de ecosistema.
- Actividad 9. *Estudio de la influencia de factores físico-químicos sobre las plantas y sus interacciones con otros seres vivos*. Con esta actividad se pretende que el alumnado comprenda que los factores fisicoquímicos presentes en un

lugar determinan los seres vivos que allí habitan y las relaciones entre éstos, lo que serviría para dar un paso más hacia el concepto de ecosistema.

Actividades finales. Estas actividades tendrían como fin la síntesis, y la obtención de conclusiones a partir del trabajo realizado en torno a la Casa Colón. Tendrían un carácter más genérico y servirían para cualquier contenido, aunque con las adaptaciones adecuadas al mismo.

- Actividad 10. *Collage de relaciones en la Casa Colón.* En esta actividad el alumnado revisaría y analizaría los datos recogidos en sus cuadernos de campo sobre las relaciones de los seres vivos que habitan en la Casa Colón y en sus jardines con su entorno, identificando los componentes bióticos y abióticos existentes, y estableciendo cadenas o redes de relaciones sencillas entre ellos. La realización de esta actividad permitirá construir un concepto de ecosistema más complejo.
- Actividad 11. *Conservemos el patrimonio.* Con esta actividad se trataría de comprobar si ha cambiado la valoración del alumnado hacia la Casa Colón tras el desarrollo de la serie de actividades y se le animaría a reflexionar sobre el patrimonio y su conservación.
- Actividad 12. *Diseño de una exposición.* Durante esta actividad el alumnado analizaría e interpretaría el trabajo realizado en la Casa Colón, y diseñaría una forma de presentarlo públicamente y compartir lo aprendido con el resto de la comunidad educativa.

CONCLUSIONES FINALES

Esta propuesta es una hipótesis de trabajo en el aula con la que se ha pretendido poner de manifiesto que la Casa Colón posee recursos suficientes para trabajar contenidos curriculares de las asignaturas Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Geografía e Historia, y Educación para la Ciudadanía (en la línea señalada en la hipótesis 3 de este trabajo), y que puede ayudar a superar esa visión del patrimonio tan restringida y disciplinar que percibimos en la fase empírica. Sin embargo, sería necesaria su puesta en práctica para conocer hasta qué punto realmente favorece la alfabetización científica y la educación ciudadana, que era uno de los objetivos que nos fijábamos al comienzo del trabajo, así como los posibles cambios para su mejora.

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila, R.M. (2005). Reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje del patrimonio integrado. Una experiencia en la formación de maestros. *Investigación en la escuela*. 56, 43-53.
- Domínguez, C. y Paz, J.J. (1991). *Arquitectura inglesa en Huelva*. Huelva. Gabinete pedagógico de Bellas Artes.
- García López, A. y García Díaz, J.E. (2005). *Cerro del Hierro. Itinerarios y recursos educativos*. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- Martín, M.J. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias (REEC)*, 1 (2).
- Wamba, A.M. y Jiménez, R. (2005). La enseñanza y difusión del patrimonio y la alfabetización científica: relaciones ciencia, tecnología, sociedad y patrimonio. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso.

Las definiciones de los conceptos de Población y Especie en los libros de texto de Secundaria.

Merino-Espinosa, G., Jiménez-Tejada, M.P., Romero-López, M.C., González-García, F.

(Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada. pjtejada@ugr.es)

8

RESUMEN

Los conceptos de población y especie son fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la taxonomía, la genética, la ecología y la evolución. Diversos estudios indican que la información contenida en los libros de texto no siempre se adecua a las necesidades educativas del alumnado, a pesar de ser una herramienta tan ampliamente utilizada por docentes y alumnos. Por ello, hemos analizado cómo se definen estos conceptos en los distintos niveles de la E.S.O y su ubicación dentro de los temas curriculares relacionados.

Palabras clave

Población, especie, libros de texto, enseñanza-aprendizaje de la biología.

INTRODUCCIÓN

El interés de analizar los libros de texto radica en que el profesorado en general, trabaje en enseñanza primaria o secundaria, suele utilizar los libros de texto como si se tratase de una herramienta que posee una verdad universal y que, en algunos casos, no suele acompañarse de otros recursos didácticos. Es lógico pensar que esto sea así, ya que, por sus propias características, permiten al profesorado elaborar sus unidades didácticas atendiendo a los contenidos del libro, así como actividades que puedan incorporarle. Resulta mucho más fácil la elaboración de este trabajo por parte del docente teniendo como referencia el libro.

En relación a la información escrita contenida en los libros de texto, las investigaciones ponen de manifiesto, en numerosos casos, que los contenidos no se presentan de forma adecuada y que no se produce una adecuada transferencia entre los resultados de las investigaciones didácticas y lo que los libros transmiten o intentan transmitir (Cañal y Criado, 2002).

Además, es muy importante llevar a cabo una elección adecuada del libro de texto porque, tal y como indica Campanario (2001), éste puede ejercer una influencia poderosa sobre el punto de vista del docente y sobre el propio proceso de enseñanza – aprendizaje de sus alumnos.

El adecuado tratamiento de los conceptos de población y especie en los libros de texto tiene dos implicaciones didácticas de gran interés. En primer lugar, la relación de ambos con diversas ramas de la biología puede ser un punto de partida para utilizarlos como nexo de todas ellas y, de esta manera, ofrecer una imagen integrada de la disciplina (Jiménez Tejada et al., 2009).

En segundo lugar, el interés de ambos conceptos para la enseñanza-aprendizaje de la evolución.

Los numerosos debates que suscitan ambos conceptos en la comunidad científica (Berryman, 2002; Pigliucci, 2003; Mayr, 2006; Schaefer, 2006) pueden darnos una idea de las dificultades presentes en el alumnado, las cuales pueden interferir en la comprensión de la evolución.

Puesto que el libro de texto es utilizado por el alumnado también fuera del aula, sus contenidos deben presentarse adecuadamente para ofrecer una buena oportunidad de enseñanza-aprendizaje. Por ello los objetivos que han guiado esta investigación han sido los siguientes:

- Conocer las definiciones de los conceptos de población y especie presentes en los libros de texto de diferentes cursos de biología-geología de secundaria.
- Averiguar si se definen en los temas relacionados con ellos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Nuestra muestra se compone de un total de 28 libros, editados entre 2006 y 2011 y que corresponden a los siguientes cursos y materias: 21 libros de Ciencias de la Naturaleza de 1º E.S.O, 2 de Ciencias de la Naturaleza de 2º E.S.O y 5 de Biología y Geología de 4º E.S.O.

Los aspectos investigados en los libros de texto han sido:

- A) Presencia de un tema específico para la población
- B) Presencia de la definición de ambos términos en los temas del currículum con los que están relacionados
- C) Definiciones de los conceptos

Para averiguar los cursos y bloques de contenidos relacionados con los conceptos que se han investigado, y siguiendo metodología utilizada por Jiménez-Tejada (2009), Se consultó el Real Decreto 1631/2006. Los contenidos y cursos donde se trabajan ambos términos se detallan a continuación:

- Taxonomía: 1º E.S.O.
- Genética: 4º E.S.O.
- Evolución: 4º E.S.O.
- Ecología: 1º, 2º y 4º E.S.O.

Para comparar la distribución experimental de frecuencias frente a la teórica se ha utilizado el test de bondad de ajuste (Zar, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Presencia de un tema específico para la población.

En ninguno de los libros se ha dedicado un capítulo dedicado a la población, pero coincidimos con Jiménez-Tejada (2009) en que sería interesante situar dicho tema en 4º E.S.O. Aunque no es imprescindible que lo haya, incluir un tema específico de población podría permitir un enfoque novedoso de la ecología, al menos en 4º E.S.O., donde se deben trabajar las adaptaciones de los organismos a los diferentes medios.

Creemos que sería un buen punto de partida para enlazar la ecología con la evolución y ésta a su vez con la genética.

B) Presencia de definiciones de los conceptos en los temas del currículum con los que están relacionados.

- **ESPECIE**

UBICACIÓN DEL CONCEPTO ESPECIE				
	Tax	Eco	Gen	Evo
1º ESO (n=21)	76%	24%	0%	0%
2º ESO (n=2)	0%	0%	0%	0%
4º ESO (n=5)	0%	0%	37,5%	62,5%

Tabla 1. Porcentajes de libros en los que aparece definido el concepto de Especie en función de la temática. Tax=taxonomía, Eco=ecología, Gen=genética, Evo=evolución.

Al ser la especie la categoría más pequeña y concreta que podemos encontrar en el sistema de clasificación natural de los seres vivos, dicho concepto debería estar presente en todos los libros que traten la taxonomía (Jiménez-Tejada, 2009). Sin embargo, nuestro análisis muestra que los resultados se separan significativamente de lo que sería más adecuado ($\chi^2 = 200,8$, g.l.=1, $p < 0,0001$).

En algunos libros hemos encontrado que en el tema de taxonomía aparecen contenidos de ecología o de evolución, estando las definiciones de especie ubicadas en dichos contenidos.

Dentro de la temática de ecología, las especies constituyen la biocenosis en los ecosistemas, por lo que dicho concepto debería ubicarse en todos los libros que traten esta temática. De forma específica, la ecología se presenta en el currículum oficial de 2º en el bloque del medio ambiente natural y en 4º E.S.O en el bloque de las transformaciones en los ecosistemas. Aquí resaltamos la importancia de la definición del concepto de especie, ya que es imprescindible para una correcta comprensión del ecosistema en conjunto (Jiménez-Tejada, 2009). A pesar del interés son escasos los libros que la incluyen (Tabla 1). Estos resultados distan significativamente de lo que sería esperable ($\chi^2 = 488,7$, g.l.=1, $p < 0,0001$).

Al analizar la relación entre el concepto de especie y la temática de genética, encontramos diversos puntos en los que convergen: terapia génica y trasplantes, de especial interés para los alumnos, donde se puede analizar la compatibilidad genética intra e interespecífica; la biotecnología junto con los alimentos transgénicos, tan de moda y de primera mano en la actualidad. Sin embargo, a pesar del interés que pueda generar, los resultados muestran que no es frecuente encontrar esta definición en genética en los libros de 4º ESO (Tabla 1). Estos resultados también distan significativamente de lo esperado ($\chi^2 = 441,5$, g.l.=1, $p < 0,0001$) (Jiménez-Tejada, 2009).

Al hablar de evolución, sería lógico encontrar definido el concepto de especie; ya que la evolución, gracias a la especiación, es la responsable de la creación de nuevas especies a partir de las que ya existen. Tras el análisis realizado (Tabla 1), observamos que el resultado también dista significativamente de lo esperado ($\chi^2 = 397,4$, g.l.=1, $p < 0,0001$).

El caso de uno de los libros de 2º ESO nos ha parecido curioso, ya que hemos encontrado definido el concepto de Especie en el tema correspondiente a la reproducción en el apartado de reproducción sexual. Nos llama la atención, además de parecernos correcto, que vincule el concepto de Especie con la reproducción sexual, que permite una gran variabilidad de individuos gracias a combinación al azar de los alelos contenidos en los gametos y a la recombinación

• POBLACIÓN

UBICACIÓN DEL CONCEPTO POBLACIÓN				
	Tax	Eco	Gen	Evo
1º ESO (n=21)	100%	0%	0%	0%
2º ESO (n=2)	0%	50%	0%	0%
4º ESO (n=5)	0%	37,5%	25%	37,5%

Tabla 2. Porcentajes de libros en los que aparece definido el concepto de Población en función de la temática. Tax=taxonomía, Eco=ecología, Gen=genética, Evo=evolución.

Puesto que la población es la unidad básica de la evolución, pensamos que lo más conveniente sería explicar la taxonomía desde un punto de vista evolutivo. Según este razonamiento lo correcto sería incluir en el bloque de taxonomía la definición de población. Pero su uso en esta parte de la temática de la Biología no es muy frecuente (Tabla 2), resultado que coincide con los de Jiménez-Tejada (2009). Esta relación sólo esperaríamos encontrarla en 1º ESO y, tras el análisis, vemos que sólo aparece en un libro; por lo que los resultados se separan significativamente de lo que sería más adecuado ($\chi^2 = 488,7$, g.l.=1, $p < 0,0001$).

Hay que resaltar que en algunos libros hemos encontrado contenidos de ecología o de evolución en el tema de taxonomía, estando las definiciones de especie ubicadas en dichos contenidos. Este hecho es bastante interesante porque de esta forma el propio concepto permite enlazar los diferentes bloques de contenidos, ofreciendo así una imagen integrada de la Biología.

Al analizar la temática de genética y su posible relación con el concepto de población ésta se establece porque los cambios evolutivos llevan consigo cambios en las frecuencias génicas que podrían ser diferentes entre las poblaciones que pertenezcan a una misma especie. Como ejemplos relacionados con esta idea, en los libros de texto, encontramos los casos de Fenilcetonuria o la propia "Anemia Falciforme", que se presenta con altas frecuencias en muchas regiones africanas al poseer el heterocigoto una ventaja selectiva que protege frente a la malaria, una de las causas principales de enfermedad y muerte en estas zonas. Por estos razonamientos pensamos que sería interesante definir dicho concepto. En la investigación llevada a cabo hemos comprobado que son pocos los libros analizados de 4º ESO que definen el concepto (Tabla 2), por lo que estos resultados también distan significativamente de lo esperado ($\chi^2 = 464,5$, g.l.=1, $p < 0,0001$). Estos resultados también coinciden con otros anteriores (Jiménez-Tejada et al., 2009).

La relación del concepto población con la ecología se evidencia ya que el estudio de los ecosistemas supone no solo conocer la existencia de las especie, sino también su

abundancia y los cambios que suceden en el espacio y en el tiempo (Berryman, 2002), lo que requiere del estudio de las poblaciones. Como se ha comentado anteriormente para el concepto de especie, los contenidos de ecología se encuentran ubicados en 2º ESO y 4º ESO. Sin embargo, los datos obtenidos (Tabla 2) distan significativamente de lo esperado ($\chi^2 = 419,1$, g.l.=1, $p < 0,0001$), al igual que en los obtenidos por Jiménez-Tejada et al. (2009).

En la temática de evolución, es obvio que los cambios evolutivos se producen a nivel de población, lo que justifica que deba aparecer en todos los libros que traten esta parte de la Biología. Pero no es así (Tabla 2), por lo que estos resultados también distan significativamente de lo esperado ($\chi^2 = 464,5$, g.l.=1, $p < 0,0001$).

El caso de uno de los libros de 2º ESO nos ha parecido curioso, ya que hemos encontrado el concepto de población en el tema correspondiente a la reproducción en el apartado de reproducción sexual. Nos llama la atención, además de parecernos correcto, que vincule el concepto de Población con la reproducción sexual, ya que el aislamiento reproductivo es uno de los métodos de especiación al ser las poblaciones las unidades evolutivas por excelencia.

Nuestros resultados sobre la existencia de la definición de población en los bloques de taxonomía, genética y evolución son similares a los encontrados por Jiménez-Tejada et al., (2009), por lo que existe una tendencia que parece mantenerse desde 1991 hasta la actualidad.

C) Definiciones de los conceptos

A lo largo de la historia de la biología, y aún en la actualidad, los conceptos de especie y población han sido el centro de numerosos debates y hay numerosa bibliografía que así lo pone de manifiesto (Pigliucci, 2003; Schaefer, 2006; Berryman, 2002; Mayr, 2006). Por tanto, nuestro objetivo al analizar las definiciones de ambos términos no ha sido escoger la mejor definición sino analizar qué aspectos son los que usualmente están presentes en las definiciones de los libros de textos que utilizan nuestros alumnos y profesores, y cuáles son sus ventajas y/o inconvenientes.)

Para el concepto de especie se ha analizado la presencia de su definición en todos los libros analizados.

NÚMERO TOTAL DE DEFINICIONES DE CONCEPTO ESPECIE	
1ºESO	24
2ºESO	1
4ºESO	8

Tabla 3. Número total de veces que aparece definidos el concepto Especie en función de los distintos niveles de la ESO.

Además, se ha analizado en las definiciones la presencia de semejanzas morfológicas, de interfecundidad y de descendencia fértil.

	SEMEJANZAS MORFOLÓGICAS	INTERFECUNDIDAD	DESCENDENCIA FÉRTIL
1° ESO	79,2%	87,5%	100%
2° ESO	100%	100%	100%
4° ESO	50%	100%	100%

Tabla 4. Porcentajes de definiciones que cumplen cada una de las características que suelen aparecer en la definición de Especie.

En la totalidad de los libros analizados se hace referencia a las semejanzas morfológicas y es algo que no nos parece adecuado porque puede reforzar el pensamiento tipológico existente en el alumnado (Jiménez-Tejada, 2009), aunque podemos observar que la tendencia se va reduciendo conforme se asciende de curso. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Jiménez-Tejada et al (2009). Es aquí cuando el profesorado debe hacer hincapié en este aspecto, con el fin de evitar que el alumnado piense que todos los componentes de la misma especie son exactamente iguales.

La necesidad de interfecundidad entre dos individuos de la misma especie es algo que hay que incluir en la definición de especie, pues también aparece especificada en el *C.B.E. (concepto biológico de especie)*; sin embargo, habría que aclarar que puede ser real o potencial, pues hay casos en la naturaleza en los que, aunque no hay entrecruzamientos, sí que puede haber flujo genético entre ellos. La presencia de descendencia fértil en la definición es útil para indicar que no sólo el hecho físico del entrecruzamiento es exclusivo para determinar que dos organismos sean de la misma especie. Este aspecto si está cuidado en todos los libros revisados.

Para el concepto de Población se ha analizado si su definición está presente en todos los libros analizados.

NÚMERO TOTAL DE DEFINICIONES DE CONCEPTO POBLACIÓN	
1° ESO	1
2° ESO	3
4° ESO	8

Tabla 5. Número total de veces que aparece definido el concepto Población en función de los distintos niveles de la ESO.

También se ha investigado la presencia del aspecto espacial, del aspecto temporal y la mención de que se trate de individuos de la misma especie. Este último aspecto es necesario que aparezca porque es muy frecuente que los alumnos confundan los términos individuo, población, comunidad y especie (Develay&Ginsburger-Vogel, 1986). Pero se corre el riesgo de confundir los conceptos de especie y población si no se incluye en la definición el aspecto espacial y temporal. Aspectos de interés para dar una visión dinámica de las especies a lo largo del tiempo que permitiría enlazar ambos términos con la evolución.

	ESPACIO	TIEMPO	ESPECIE
1°ESO	100%	0%	100%
2°ESO	100%	33,3%	100%
4°ESO	100%	25%	100%

Tabla 6. Porcentajes de definiciones que cumplen cada una de las características que suelen aparecer en la definición de Población.

A través del análisis que hemos realizado, comprobamos que el aspecto espacial siempre está presente pero sólo en algunos casos se incluye, también, el aspecto temporal, resultados que coinciden con los obtenidos por Jiménez-Tejada et al., (2009). En todos los casos menciona que debe tratarse de individuos de la misma especie.

CONCLUSIONES

Los libros de texto han de presentar unas propuestas coherentes con los Reales Decretos y con las necesidades educativas del alumnado, por lo que sería conveniente que las editoriales tuviesen presente las recomendaciones que ofrece la investigación en didáctica. Si así fuese, la investigación de los libros de texto tendría un sentido añadido al de aportar directamente valiosa información al profesorado a través de las revistas especializadas. La mejora de la enseñanza-aprendizaje se vería cubierta por el profesorado mediante dos frentes, uno directo mediante la lectura de artículos resultantes de la investigación, que influiría en la manera de abordar sus clases, y otro mediante el uso de un material que se ha elaborado siguiendo las pautas producto de la misma. Somos conscientes de que nuestra propuesta, al menos a corto plazo, no es viable. Por ello habría que confiar en el docente para que, mediante su labor, mitigue esos errores y “gazapillos” que poseen los libros y que, además, sea capaz de hacer que el alumnado se enfrente a ellos y los anime a ser capaces de rectificarlos por sí mismos. Es el propio docente el que debe dar respuesta a las necesidades educativas sin caer en el acomodamiento que supone tener un libro y trabajarlo al pie de la letra para hacer su labor mucho más llevadera.

En el caso particular de nuestra investigación encontramos que los libros de texto no tratan como cabría esperar los conceptos de especie y población. Una posible opción, acorde con las propuestas de Campanario (2001), es acercar al estudiante al medio natural para que observe la realidad que lo rodea. Una vez observado su entorno, se le puede invitar para que haga una crítica de las definiciones presentes en los textos y para que construya las suyas propias con las orientaciones del profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berryman, A. A. (2002). Population: a central concept for ecology? *Oikos*, 97, 439-442.
- Campanario, J. M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 351-364.
- Cañal, P. y Criado, A. (2002). ¿Incide la investigación en Didáctica de las Ciencias en el contenido de los libros de textos escolares? *Alambique*, 34, 56-65.
- Develay, M. y Ginsburger-Vogel, V. (1986). Population. *Aster*, 3, 19-71.

- Jiménez-Tejada, M.; González, F. y Hódar, J. (2009). Los conceptos de población y especie en los libros de texto de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 743-745.
- Jiménez-Tejada, M. (2009). Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: *concepciones, dificultades y perspectivas*. Universidadde Granada. Granada.
- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología*. Buenos Aires. Katz.
- Pigliucci, M. (2003). Species as family resemblance concepts: the (dis-)solution of the species problem? *BioEssays*, 25, 596-602.
- Real Decreto 1631/2006 publicado en el BOE del 5 de Enero de 2007.
- Schaefer, J. A. (2006). Towards maturation of the population concept. *Oikos*, 112, 236-240.
- Zar, J.H. (1996). *Biostatistical Analysis*, 3rd edition. Englewood Cliffs. Prentice Hall.

Creencias sobre Ciencia, su Enseñanza y Aprendizaje en Educadores de Párvulos y su influencia en la implementación del programa tus competencias en ciencias (TCC).

Merino, C., Magna, C., Olivares, C., Avalos, K., Navarro, A., Quiroga, M.

Laboratorio de Didáctica de la Química, Instituto de Química

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

cristian.merino@ucv.cl

RESUMEN

El presente trabajo forma parte de una investigación mayor FONDECYT 11100402 cuyo objetivo es identificar y caracterizar las creencias sobre Ciencia, su enseñanza y aprendizaje en educadoras de párvulos y su influencia en la implementación de un programa de gobierno. La presente investigación dentro del contexto señalado, tiene como propósito indagar sobre los sistemas de creencias sobre ciencia, su enseñanza y aprendizaje en una muestra de 9 educadoras de párvulos de la región de Valparaíso (Chile). El estudio pretende caracterizar las concepciones epistemológicas de dichos docentes, y su impacto en la implementación del programa. Se espera que los resultados sean un incentivo y una referencia para la realización de otros trabajos en este nivel educativo, que ayuden a comprender las formas de hacer de los educadores de párvulos en el ámbito de las ciencias

Palabras claves

Creencias epistemológicas, educación parvularia, enseñanza de las ciencias

INTRODUCCIÓN

"Tus Competencias en Ciencias" (de ahora en adelante, TCC) es una iniciativa del Programa EXPLORA-CONICYT destinada a fomentar el desarrollo de competencias para la valoración de la ciencia y la tecnología en el mundo escolar, a través de una propuesta metodológica de talleres participativos en el contexto de la educación no formal. Su propósito es ofrecer un espacio para que niños/as y jóvenes desarrollen, desde la educación parvularia (2 a 5 años) y hasta la educación media (14-18 años), habilidades científicas para: explorar hechos y fenómenos; analizar problemas; observar, recoger y analizar información relevante; utilizar diferentes métodos de análisis; evaluar los métodos y compartir los resultados. Estos propósitos, junto con los de nuestra Reforma Educacional y su respectivo ajuste curricular en ciencias (MINEDUC, 2009), como además el ingreso de Chile en la OCDE (Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económico), contemplan un nuevo escenario, que significa mejores oportunidades en educación, pero a la vez demanda ‘*nuevas prácticas*’ sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de calidad desde las etapas iniciales de escolarización.

No obstante, existen investigaciones que afirman que *las concepciones sobre el conocimiento escolar influye poderosamente en la manera de interpretar y actuar en la enseñanza* (Porlán y Martín del Pozo, 2000). Bajo este contexto, una visión tradicional de ciencia en los docentes, se relaciona con una enseñanza de transmisión-recepción que no enfatiza en los intereses, concepciones y en la participación activa de sus estudiantes, proporcionando una visión distorsionada de la ciencia, de la actividad científica y de los científicos, siendo un obstáculo para la desarrollo de propuestas innovadoras en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Por ello es de suma importancia conocer las concepciones sobre ciencia, su enseñanza y aprendizaje de las ciencias del profesorado. En este sentido, si queremos promover una disposición hacia el conocimiento científico en parvularia, es de considerable importancia detectar las concepciones de los educadores ya que estas repercuten directamente sobre el desarrollo y éxito de programas y propuestas de valoración de ciencias como lo es TCC.

Las investigaciones sobre el tema de concepciones docentes sugieren que éstas deben de realizarse durante el desarrollo en el aula para así poder indagar sobre cuáles son las creencias, que tienen mayor influencia sobre la enseñanza (Lederman, 1992). Para ello, en el marco del desarrollo de TCC se pretende estudiar las creencias sobre ciencia en los educadores de párvulos, tomando como sujetos de estudio, una muestra a partir de los mismos educadores que participarán de la implementación del programa. El propósito del presente es conocer las creencias sobre ciencia de los docentes de párvulos (ingenua, experimental-inductivista, experimental falsacionista, tecnológica, otras que emerjan en el proceso) y en qué medida éstas se relacionan con el propio modelo de ciencias y de actividad científica que promueve TCC. La importancia de esto radica en el grado de impacto que el programa TCC tiene, ya que ha sido implementado en EGB desde el 2007, y ha beneficiando a 43.600 niños y niñas, con sus respectivos docentes en todo Chile, y actualmente de la convocatoria 2012 participan alrededor de 300 centros.

Antecedentes de la investigación

La presente investigación dentro del marco antes mencionado, desde un enfoque metodológico mixto, tiene como propósito indagar sobre los sistemas de creencias sobre ciencia, su enseñanza y aprendizaje, de una muestra estratificada y representativa de educadores de párvulos de la región de Valparaíso (9) que participan de la implementación del programa TCC. A través del estudio se caracterizarán las concepciones epistemológicas de dichos docentes, y su impacto en la implementación del programa. Se espera que los resultados de este estudio sean un incentivo y una referencia para la realización de otros trabajos en este nivel educativo, que ayuden a comprender las formas de hacer de los educadores de párvulos en el ámbito de las ciencias, para generar propuestas concretas para la formación inicial y continua de éstos educadores como a su vez la proposición de un perfil preliminar de educador de párvulo.

A continuación se presentan algunos resultados referidos a los objetivos del primer año del proyecto que son: *Describir las creencias sobre ciencias, su enseñanza y aprendizaje (concepciones epistemológicas y pedagógicas) en la muestra de educadores de párvulos seleccionados.*

Los datos y los correspondientes resultados se derivan fundamentalmente de 4 fuentes de información:

- a) Inventario de creencias pedagógicas y científicas de los profesores, INPECIP (Porlán, 1998) aplicado a 61 Educadoras de Párvulo. De esta muestra, emerge grupo estudio de 9 educadoras que representa aproximadamente a un sexto de la población.
- b) Mapas cognitivos (MC) elaborados a partir de instrumento anterior de 9 educadoras, siguiendo las orientaciones de Mellado (2008), presentadas en la versión 23 de los Encuentros.
- c) Las Pautas de Observación de Aula (POA), instrumentos de elaboración del equipo de investigación
- d) Las transcripciones de las filmaciones de aula (TFA) de la implementación de TCC Unidad temática Indagación de las 9 educadoras seleccionadas.

Resultados emergentes

A continuación presentamos resultados preliminares del primer año de estudio. Se presentará por cada fuente de información los resultados.

Cuestionario

Como parte del conocimiento profesional dominante, la bibliografía internacional distingue cuatro componentes que atienden a dos dimensiones que dan cuenta de la dificultad de construir un conocimiento coherente con las demandas de la actividad profesional. Para caracterizar el conjunto de ideas consientes que se suelen manifestar como creencias (principios de acción) en torno a diferentes aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje se aplicó un cuestionario estandarizado y difundido en la bibliografía internacional (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; Porlán y Rivero, 1998; Porlán y Martín del Pozo, 2000, 2004; Martín del Pozo y Porlán, 2001) para seleccionar los perfiles de partida. En este sentido el instrumento aplicado a 61 Educadoras que actualmente se encuentran implementado TCC-EP en sus aulas en referencia a ciencia, su enseñanza y aprendizaje, los resultados obtenidos indican que:

- a) La preferencias de las educadores ante los 56 ítems del cuestionario cuyas respuestas dan lugar al grado de acuerdo o desacuerdo con el ítem. Sus respuestas se presentan a través de promedios ($\geq 3,0$) y desviación ($\leq 0,9$). A partir de los datos se desprende que para las 61 educadoras la ciencia es una actividad condicionada social e históricamente, llevada a cabo por científicos, poseedores de diferentes estrategias que abarcan procesos de creación intelectual, validación empírica y selección crítica, a través de las cuales se construye un conocimiento temporal y relativo que cambia.
- b) El nivel de formulación de la imagen de ciencia que podemos identificar corresponde a planteamientos más alternativos (40 %). Aunque una mayor representatividad de una concepción alternativa de la ciencia no conlleva, en los sujetos, una homogeneidad en la manera de entender los procesos de enseñanza- aprendizaje, los resultados muestran tres tendencias: a) un *modelo tradicional*, centrado en la trasmisión verbal, b) *tecnológico*, centrado en los objetivos como ejes de la práctica y como referentes para evaluar los aprendizajes de los alumnos y c) *alternativo*, al querer resaltar el carácter complejo, entre la

participación del niño(a) y el papel de la educadora (46%). Las creencias sobre el aprendizaje de la ciencia, de la muestra constituida por educadoras presentó diversos planteamientos, detectándose un conjunto de declaraciones próximas a la idea de un aprendizaje por construcción de significados (58%), sin referentes absolutos y terminales que necesariamente se tengan que alcanzar.

En relación a las creencias sobre la enseñanza de campo conceptual concreto el 59% de las educadoras presentan un modelo de *enseñanza híbrido*. En este sentido se asume que coexiste una noción epistemológica tradicional –dogmática en los encuestados, caracterizado por una imagen de ciencia racionalista, con un modelo de enseñanza tradicional academicista que pretende la apropiación de significados o conocimiento verdadero, definitivo e incuestionable y por otro lado la existencia de racionalidades constructivista y evolutivas. No obstante, consideramos que falta contrastar con datos de aula para afirmar estas ideas.

Mapas cognitivos

La revisión la dimensión epistemológica permitió seleccionar inicialmente 10 perfiles según rangos de edad, tipo de establecimiento, años de experiencia docente y creencias sobre la ciencia su enseñanza y aprendizaje. No obstante, por rechazo a participar en el estudio o por otras dificultades, finalmente la muestra quedo reducida a 9. Para corroborar las respuestas de las Educadoras al cuestionario aplicado, se realizó una entrevista semiestructurada con las preguntas de cuestionario pertenecientes a la dimensión imagen de ciencia. Los mapas cognitivos elaborados a partir de las respuestas proporcionadas por la 9 Educadoras permiten señalar que:

- a) Siete educadoras que han sido tipificadas inicialmente bajo un perfil híbrido en los mapas cognitivos elaborados a partir de sus respuestas confirman este eje orientador que contiene diversos componentes de la experiencia en un proceso de reorganización que aparentemente es continua. Como a su vez estos datos indican que estas Educadoras tienen una concepción conclusivista sobre la comprobación de teorías.

Pautas Observación de Aula

De los datos obtenidos del aula, sistematizados y sintetizados en las POA grupo de seguimiento (9 educadoras), se desprenden la siguiente tipificación acerca del conocimiento profesional dominante atendiendo a una dimensión epistemológica que se organiza en una dicotomía *racional-experiencial*, referida al conjunto de ideas consientes que las Educadoras desarrollan durante el ejercicio de la profesión, que se suelen manifestar como creencias (principios de acción) en torno a diferentes aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje. En relación a los datos provenientes del aula podemos señalar que:

- a) Las creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza, visualizadas tras los análisis de los discursos y prácticas de las nueve docentes observadas dejan ver un énfasis en su *rol directivo* como determinante para la mantención y *control de las dinámicas* de aula orientadas a generar una apropiación de significados en los alumnos, visualizándose tendencias tradicionales en la enseñanza, en alternancia con elementos expresivos y espontáneos acorde al estilo de cada Educadora. Dicha valorización mencionada permite observar elementos propios de un *condicionamiento de tipo operatorio*, donde las constantes repeticiones, instrucciones, explicaciones y

refuerzos, apuntan a generar el mismo tipo de respuestas y conductas en los alumnos. A modo de homogeneizar la participación y disposición de éstos respecto del aprendizaje tanto del método científico para llevar a cabo las investigaciones (actividades científicas de taller), organizado en rutinas, turnos y reglamentos, como de los conocimientos esperados a adquirir en un sentido unívoco.

- b) En virtud de lo anterior, se puede plantear la existencia de una cierta visión conductista en las 9 educadoras para la consecución de las metas de taller, donde la actitud de las Educadoras apunta a **no** reforzar (pasando por alto) verbalizaciones y observaciones de los niños que **no** van en el sentido esperado (“correcto”) y a promover la repetición de aquellas mediante recompensas (premios o comentarios “muy bien”, “aplauso”).
- c) Las Educadoras realizan intentos por despertar en los niños y niñas el interés y la motivación a participar de las actividades programadas, a fin de que desarrollen una disposición a involucrarse, llevando a cabo las experimentaciones en el sentido esperado. Apreciándose una visualización del aprendizaje, desde el modelamiento que ellas realizan a partir de sus acciones, demostraciones y actuaciones de algunos alumnos, a fin de que el grupo de niños y niñas, *imite*, y con esto reproduzca las conductas consideradas exitosas e inhiba aquellas que desvían respecto de los objetivos de las actividades de experimentación.
- d) Desde una teoría cognitiva del aprendizaje social, para este grupo, basta con que los niños observen las conductas y directrices de las educadoras para que aprendan indirectamente desde las representaciones simbólicas (significados) y situaciones sociales de aula ligadas a los contenidos y actividades llevadas a cabo para su comprensión. Buscando en distintos momentos de los talleres; 1) la atención de los respectivos cursos mediante estrategias como la demostración de las conductas que deben llevar a cabo para la realización de los experimentos, 2) el repaso constante tanto de las reglas metodológicas científicas como de los contenidos a fin de afianzar mayor retención, 3) corrección de las discrepancias entre las observaciones de los niños y las esperadas o “correctas”, 4) motivando a través de la demostración cuál es el camino que los alumnos deben seguir para conseguir los resultados esperados.

A partir de los datos se presume que, las creencias respecto del proceso enseñanza-aprendizaje en ciencias de las Educadoras, presentan un *énfasis efectivista*, orientado a que los niños(as) se apropien de los significados previamente estipulados, a partir de un rol docente central y directivo, estilo que otorgaría mayor seguridad para la consecución de los objetivos de los talleres, ya que se aprecia una visión del niño(a) como poseedor de concepciones vagas y espontáneas, dadas por las conductas dispersas de éste(a) respecto de su rol como educando tanto como por su edad. Observándose como las visualizaciones respecto de sí mismas y de los niños, determinarían una *dinámica asistencial* en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Las conceptualizaciones respecto de la enseñanza de ciencias y la metodología mediante la cual se imparte, permiten observar en las 9 Educadoras la creencia de que los conocimientos científicos y la investigación para llegar a descubrirlos, representan una herramienta didáctica más, para demostrar y con esto convencer que determinados contenidos son correctos, en el sentido en el que se los direcciona. Por lo que se puede plantear, que la experimentación (observación y manipulación a través de actividades) viene a ser una **estrategia para la**

sustitución de conocimientos previos, que se enfatizan para ser corregidos y reubicados para la comprensión unívoca de contenidos y la apropiación de los significados esperados.

Análisis de las filmaciones de aula

Las 9 Educadoras enfatizan durante los talleres revisados (Unidad de Indagación que contempla 12 experiencias científicas, en las que se desarrollan 7 actividades clave para la promoción de tres competencias técnicas: ‘actuar con curiosidad’, ‘buscar oportunidades de indagación’, ‘descubrir alternativas de solución’), la utilización de la memoria por parte de los niños y niñas a fin de evocar conceptos relativos a fenómenos ya vistos en ocasiones anteriores, sin que este recurso didáctico logre los resultados esperados por ellas. De lo que se puede inferir una visión del conocimiento como aceptado y fijo, sin modificaciones ni cuestionamientos realizados por las estructuras cognitivas de los niños, visualizándose que las profesoras posicionan a los aprendices científicos como receptores pasivos de significados provenientes del exterior. Lo anterior deja entrever que la regularización de la exploración, y la tendencia a validar y otorgar un carácter de veracidad a la realidad que se les presenta a los alumnos a través de actividades científicas, vienen a sustentar y transmitir la *visión de la ciencia como estática, absolutista y universal*. A partir de lo cual, se puede inferir que el énfasis estaría puesto en la acumulación de saberes, más que en el conocer mediante la investigación de fenómenos, así como en sustituir ideas y preconceptos de los alumnos, considerados como vagos y diversos, actitud docente que en términos de aprendizaje puede generar una cierta inhibición y desmotivación en los niños respecto de una postura activa.

La manera de enseñar con un énfasis inductivo (observación y experimentaciones dirigidas) una serie de conocimientos definitivos y cerrados, viene a determinar un tipo de relación de aprendizaje, que afecta la posibilidad de que los alumnos desarrollen de modo significativo una actitud investigativa respecto del conocimiento científico, promoviendo este estilo intersubjetivo direccional el desarrollo de aprendices receptores de un discurso transmisor y científicista, que si bien es guiado al descubrimiento de los fenómenos en la realidad, asimismo es inducido a ver las porciones de ésta en un sentido de “agregados” o saberes acumulativos.

Finalmente se puede plantear, que las *creencias tradicionales* de las docentes respecto de la enseñanza en ciencias se traducen en: *prácticas directivas, orientadas al cumplimiento de las tareas de taller y a generar en el niño(a) una apropiación de significados, para lo cual la investigación y las diversas actividades de experimentación vienen a demostrar a través de la fenómenos y elementos presentes en la realidad, regulando y modelando tanto la conducta como el sentido de la didáctica en el sentido del refuerzo para la validación de conocimientos científicos ya aceptados, sin incentivar la discusión ni una postura cognitiva ni participativa más activa por parte de los niños, a quiénes se los guía en un sentido asistencial*.

CONCLUSIONES

Todo lo anterior, permite inferir que las educadoras conciben lo significativo del aprendizaje, tanto del método científico como del contenido que se intenta enseñar a través de éste, como una respuesta de parte de los niños(as) a requerimientos externos (de las docentes y del currículo), acercándoles los contenidos y fenómenos a partir de elementos cotidianos y familiares, pero

desde la utilidad y funcionalidad que éstos representan, y no desde una perspectiva de una construcción de conocimiento como actividad permanente de procesos de integración dinámicos.

Finalmente, tras los análisis realizados a las transcripciones de las prácticas de las 9 educadoras y pautas de observación de aula se aprecia dos tendencias respecto de sus creencias relativas al conocimiento escolar. La primera guarda relación sobre cómo se concibe éste como producto formal, dejando ver tendencias tradicionales en su epistemología. Mientras que la segunda presenta un híbrido entre una concepción como producto formal en coexistencia con elementos que dejan ver una noción de proceso técnico con elementos de tipo espontáneo.

Esperamos durante los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias, poder presentar en mayor profundidad los datos y evidencias que hemos colectado durante el año 2011.

Agradecimientos

- Programa EXPLORA-CONICYT <http://www.tccexplora.cl/>
- Este trabajo, se hace parte del proyecto FONDECYT11100402 que cuenta con el patrocinio y financiamiento de la Comisión de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) del Gobierno de Chile.

BIBLIOGRAFIA

- Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conception of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Martín del Pozo, R. y Porlán, R. (2001). Spanish prospective teachers' initial ideas about teaching chemical change. *Chemistry Education: Research and practice in Europe*, 2(3), 265-283.
- Mellado, V. (2008). *Construcción y aplicación de mapas cognitivos en el análisis de cuestionarios y entrevistas del profesorado de ciencias*. Actas 23 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Almería, 9 al 12 septiembre.
- MINEDUC (2009). *Bases curriculares en ciencias naturales*. Ministerio de Educación, Chile.
- 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. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada Editora.
- Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2000). El conocimiento del profesorado de ciencias, su enseñanza y aprendizaje. En Perales y Cañal (ed.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp. 507-533) Marfíl: Alcoy.
- Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2004). The conceptions of in-service and prospective primary school teacher about the teaching and learning of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 39-62.

¿Cómo influye el clima y sus variaciones en el crecimiento de las hojas de los árboles?

Míguez Rodríguez, L.J. (*); de Paz Villasenín, C. (*) & González Rodríguez, C. (**)

(*) I.E.S. “A Sardiñeira” – A Coruña.

(**) EPAPU. “Eduardo Pondal” - A Coruña

Correo: luismiguez@edu.xunta.es

RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de una experiencia investigativa, llevada a cabo en el en los jardines del IES “A Sardiñeira”, de A Coruña, con los alumnos de la materia de Biología y Geología de 1º de bachillerato durante un periodo de dos años. En ella, se pretende poner de manifiesto la influencia de la temperatura y sus variaciones sobre la emergencia foliar y el ritmo de crecimiento de las hojas de cinco especies de árboles autóctonos de Galicia. Los resultados obtenidos por el alumnado implicado en la actividad muestran que las diferentes especies de árboles tienen un comportamiento diferente respecto al inicio de la brotación y al crecimiento de sus hojas, y además es diferente en los dos períodos de estudio.

Palabras Clave

Bachillerato, Plantas, Actividades de enseñanza.

INTRODUCCIÓN

El currículo oficial de Biología y Geología para primero de bachillerato recoge que los alumnos, al finalizar este curso, deben ser capaces de explicar cómo realizan las plantas sus procesos vitales, y la influencia que sobre ellos tienen determinadas variables, así como ser capaces de diseñar experiencias que pongan de relieve dichos aspectos (Decreto 126/2008, de 19 de junio).

Sin embargo, en nuestra experiencia como docentes, constatamos año tras año que en muy pocas ocasiones en bachillerato, se utilizan propuestas didácticas basadas en actividades prácticas con vegetales, en las que los estudiantes utilicen su entorno natural y además sean ellos los protagonistas de su aprendizaje, realizando observaciones directas de fenómenos y procesos naturales, investiguen y trabajen en equipo, lo que a nuestro entender contribuiría a lograr un aprendizaje significativo, y por lo tanto a conseguir los objetivos propuestos en el currículo. Resulta paradójico que siendo los vegetales nuestros mejores aliados para luchar contra fenómenos como el Cambio Climático, o la intensa contaminación atmosférica en las grandes urbes, nos esforcemos tan poco en observar su comportamiento y a enfatizar escasamente su estudio.

Esta tendencia a soslayar la importancia de la biología de las plantas en este nivel educativo, se percibe también en las escasas actividades innovadoras que en este sentido se aportan desde la investigación en la enseñanza de las ciencias. Así, resulta revelador observar como los trabajos que invitan a desarrollar actividades relacionadas con las

plantas y su entorno, para las primeras etapas educativas (infantil primaria) son numerosas (García Márquez, 2005; Escutia, 2009), diluyéndose a medida que se progresa en los niveles educativos. Cabría pensar que el alumnado de bachillerato ya conoce dichos aspectos, sin embargo diferentes investigaciones demuestran que las concepciones inadecuadas del alumnado sobre el mundo vegetal persisten al finalizar este nivel educativo (Charrier *et al.*, 2006; González Rodríguez *et al.*, 1998).

Todo ello, nos ha impulsado a poner en marcha una actividad de enseñanza que permita al alumnado conocer, en su entorno natural, los procesos básicos del crecimiento vegetal y comprobar la influencia que sobre ellos tienen los fenómenos climáticos que los rodean, en este caso la temperatura, cuya importancia está ampliamente demostrada (Rodríguez, *et al.*, 2000), ya que es un hecho probado que en la actualidad a los árboles caducifolios de las regiones templadas le salen antes las hojas y le caen después lo que se traduce en un mayor número de días al año de actividad fotosintetizadora (Peñuelas *et al.*, 2009).

Además, al plantearnos esta actividad como una propuesta que implica el estudio de fenómenos que se producen en el medio natural es imprescindible que los alumnos tomen contacto con él, utilizando una metodología activa, en la que cada uno de ellos sea el protagonista de su progreso educativo y el profesor actúe como guía y potenciador de ese aprendizaje, aproximándonos de esta manera al modelo basado en la analogía “el alumno como científico”(Marín & Cárdenas, 2011).

En concreto, el objetivo de la experiencia va a ser que el alumnado de la materia de Biología y Geología de 1º de Bachillerato conozca cómo responden las hojas de diferentes especies de árboles a la temperatura, y como este factor es determinante en su crecimiento, y mostrarles la relación que existe entre la variación del clima y la modificación de los comportamientos en las plantas.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Esta actividad se planificó y llevó a cabo en el IES “A Sardiñeira” de A Coruña. La propuesta se planificó para llevar a cabo desde el mes de noviembre hasta mayo en los cursos 2009/10 y 2010/11. Esta elección se justifica para que el alumnado pueda observar la existencia de las yemas justo antes de llegar el invierno (noviembre), y demostrar que no es válida la idea tan extendida de que “las yemas aparecen cuando llega la primavera”. Además, al obtener datos de dos años diferentes pueden establecerse comparaciones sobre el momento de emergencia foliar y el ritmo de crecimiento.

Se utilizó como campo de trabajo el parque botánico que posee el propio centro educativo. Se utilizaron cinco ejemplares adultos de cinco especies autóctonas diferentes, con amplia distribución en Galicia: Castaño (*Castanea sativa*), Roble (*Quercus robur*), Arce (*Acer pseudoplatanus*), Serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*), y Nogal (*Juglans regia*). Esta elección de árboles de hábitos diferentes, unos de montaña (piso montano), y otros de localidades más bajas (piso colino), nos va permitir poner en evidencia su diferente manera de responder al inicio del crecimiento, o la velocidad con qué se produce, y de este modo facilitar una interpretación más acertada de los resultados obtenidos.

Participaron los alumnos de 1º de bachillerato de Biología y Geología, y los de 2º de bachillerato de Biología, que ya habían participado el año anterior, lo que permitió

conocer y comparar los resultados obtenidos a través de las observaciones realizadas durante los dos años. El procedimiento a seguir fue el siguiente:

1ª Fase:

Inicialmente todos los participantes recibieron una información general, a través de un dialogo abierto, que se estableció entre el profesor y el alumnado, mediante preguntas que se formulaban al grupo y su posterior debate. Esto permitió introducir contenidos sencillos y retomar los conocimientos adquiridos durante la ESO, a cerca de la morfología y fisiología vegetal, el papel que desempeñan las plantas en los ecosistemas, su importancia para la vida en el planeta, y si bien se consideró positivamente la posibilidad de ampliar la información, se decidió proporcionarla a medida que las circunstancias la fueran demandando.

A continuación se realizó una encuesta para valorar de forma individual los conocimientos iniciales, y las expectativas que tenían sobre esta parte de la asignatura, y cuáles eran los interrogantes respecto al crecimiento de las hojas que estaban interesados en investigar. Finalmente, se seleccionaron las cuestiones planteadas que podían ser resueltas a través de la experiencia que íbamos a desarrollar, y planteamos la estrategia de trabajo. Las cuestiones seleccionadas, se recogen a continuación:

- *¿Brotan las hojas de todas las especies al mismo tiempo y qué especie tarda menos tiempo en completar el crecimiento?*
- *¿Qué especie es la más rápida?*
- *¿Crecen todos los años a la misma velocidad?*
- *¿Influye el clima significativamente en el número de días que los árboles emplean para el crecimiento foliar?, ¿si empiezan antes, terminan antes?*

2ª Fase:

En el aula, se organizaron 5 grupos de tres alumnos cada uno y acompañados del profesor visitaron los árboles objeto de estudio, procediendo a su adjudicación y a elegir los brotes de cada árbol que iban a ser estudiados, seleccionándose cuatro para cada uno, dos orientados al norte y dos al sur, que quedaron marcados con un anillo de lana de color rojo, para facilitar su localización rápida y segura (ver fotografía).

A continuación, se les mostró la técnica a seguir, para poder estudiar el crecimiento de las yemas, los posteriores brotes y las hojas con pulcritud y precisión, efectuando prácticas con el calibre. También se les orientó de como debían cumplimentar el estadillo para recoger los datos numéricos, incluidos en el cuaderno de campo, y se hicieron las indicaciones pertinentes para poder fotografiar las yemas de modo que quedase constancia de su evolución.



Para finalizar esta fase, se les informó que a partir de ese momento, cada grupo llevaría a cabo el control de un árbol y

el trabajo experimental de seguimiento, lo realizarían cada martes y viernes aprovechando el primer recreo. Así, los cinco grupos se responsabilizaron de realizar de forma regular las mediciones de las yemas elegidas y anotar los resultados y las incidencias que considerasen de interés en el cuaderno de campo, y fotografiar las yemas estudiadas.

Simultáneamente tenían que ir recogiendo los valores de la temperatura diaria de la localidad, bien a través de las páginas de Meteogalicia, Aemet, o del diario local. Además, durante el período que duró la experiencia, los alumnos fueron realizando consultas, tanto bibliográficas como al profesor, para documentarse sobre aspectos conceptuales relacionados con la experiencia.

En todo el desarrollo de la experiencia el profesor estuvo a disposición de los grupos, para resolver las dudas que iban surgiendo, y reconducir algunos conflictos y errores que se produjeron, tanto en el trabajo de campo como en el posterior análisis de datos.

RESULTADOS

Finalizada la fase experimental de la experiencia en el mes de junio de ambos cursos, los alumnos identificaron mediante las claves dicotómicas (Silva-Pando & Rigueiro, 1992), la especie a la que correspondía el árbol que estuvieron estudiando y a partir de los datos recogidos en los cuadernos de campo, procedieron a elaborar la Figura 1 (curso 2009-2010) y la Figura 2 (curso 2010-2011), en las que se representa el inicio de la emergencia foliar y la evolución del crecimiento de las hojas de las cinco especies a lo largo de los dos años (2010 y 2011).

En dichas Figuras pudieron observar el comportamiento diferenciado respecto a la fecha de inicio y a la velocidad de crecimiento de las hojas de las diferentes especies, y su análisis les ayudó a encontrar las respuestas a las preguntas seleccionadas en la 1ª Fase del desarrollo de la experiencia. Dichas respuestas fueron elaboradas en grupo por el alumnado participante y se presentan a continuación.

¿Brotan las hojas de todas las especies al mismo tiempo y qué especie tarda menos tiempo en completar el crecimiento?

Puede afirmarse que hay tres comportamientos muy definidos. El primero y más precoz es el roble. El segundo, más tardío, es el serbal, y el tercero es el nogal, que muestra un comportamiento intermedio. Esta respuesta se mantuvo en los dos años que duró la experiencia, incluso teniendo en cuenta que no coincidieron los periodos de brotación. Las demás especies presentan un comportamiento más variable, por lo que solo con esta experiencia no es posible concretar su comportamiento. En cuanto a la segunda parte de la interrogante, el roble, fue la especie que primero finalizó su crecimiento en los dos años en que se realizó la experiencia (Figuras 1 y 2), seguido del castaño. El más lento fue el nogal.

¿Qué especie es la más rápida?

En principio con esta pregunta, los alumnos/as trataban de averiguar no el tiempo total empleado en crecer las hojas, sino la velocidad a la que crecían. Sin embargo los resultados les mostraron que las dos especies más veloces en desplegar sus hojas son el nogal y el arce, que son además las que tienen las hojas más grandes, en especial el nogal, que llega a crecer a una velocidad de 9 mm por día, es decir que su velocidad es casi el doble de la del roble, que fue el primero en terminar.

¿Crecen todos los años a la misma velocidad?

La respuesta no admitió duda. Evidentemente no, las variaciones del clima influyen decisivamente sobre el periodo de brotación, no solo en el inicio sino también en la duración del periodo de crecimiento, tal y como se muestra en las Figuras. Así, en el año 2010 (Figura 1) el inicio se produjo a mediados del mes de abril, y todas las especies, aunque cada una a su ritmo, desplegaron sus hojas a gran velocidad. Sin embargo en el año siguiente (Figura 2), la brotación se produjo mucho antes, con un mes de anticipación, y todas las especies reaccionaron de la misma manera. Al principio comenzaron el crecimiento perezosamente, como si las condiciones les hubiesen obligado a ello, pero poco tiempo después, el ritmo de crecimiento cambió bruscamente y se aceleró hasta mostrar un comportamiento normal, que ya se había visto el año anterior. Esta variación pudieron comprobarla, al estudiar con detalle las pendientes de crecimiento de las cinco especies.

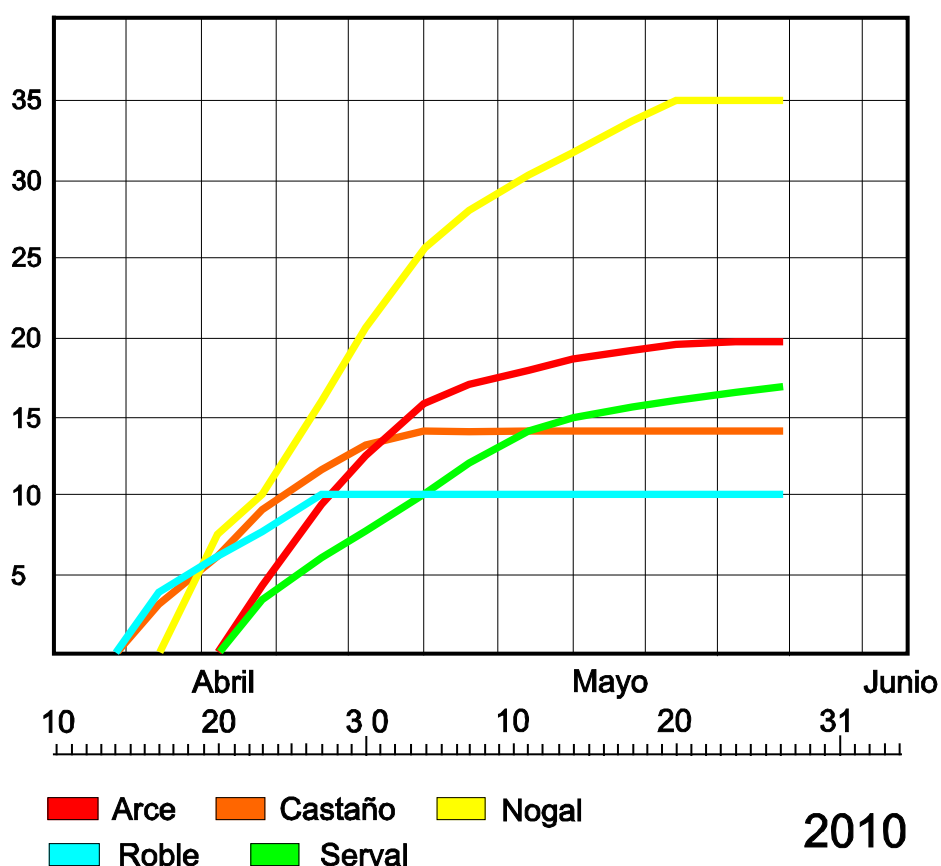


Figura 1. Representación gráfica de la emergencia foliar y la evolución del crecimiento de las hojas de las cinco especies, a lo largo del año 2010.

Las hojas emplearon más tiempo en alcanzar la talla definitiva, y aunque en términos generales lo hicieron más lentamente (emplearon más días en completar el crecimiento), lo cierto es que este diferente comportamiento solo fue al principio, lo que indica que estaban fuera de su fecha “normal”. Según se muestra en ambas figuras el periodo de crecimiento foliar abarca desde mediados de abril a mediados de mayo, y aunque pueden empezar antes lo hacen muy lentamente, para acelerar súbitamente cuando entran en la “fecha natural” de crecimiento.

¿Influye el clima significativamente en el número de días que los árboles emplean para el crecimiento foliar? ¿Si empiezan antes, terminan antes?

Los resultados muestran que unos y otros terminan su crecimiento sobre la misma época, y esto parece ser independiente del momento del inicio. Por ello, todo parece indicar, y ateniéndose además a la información de la bibliografía consultada, que la brotación prematura debe interpretarse como un fenómeno adverso para la planta, ya que consume una energía extra para un proceso cuyo ritmo parece ser independiente del momento de cuando se inicia, al estar más días (a veces más de un mes), consumiendo una cantidad importante de energía, que no se traduce en un crecimiento neto, además del riesgo que supone verse sometido a la acción, muchas veces letal, de una helada tardía.

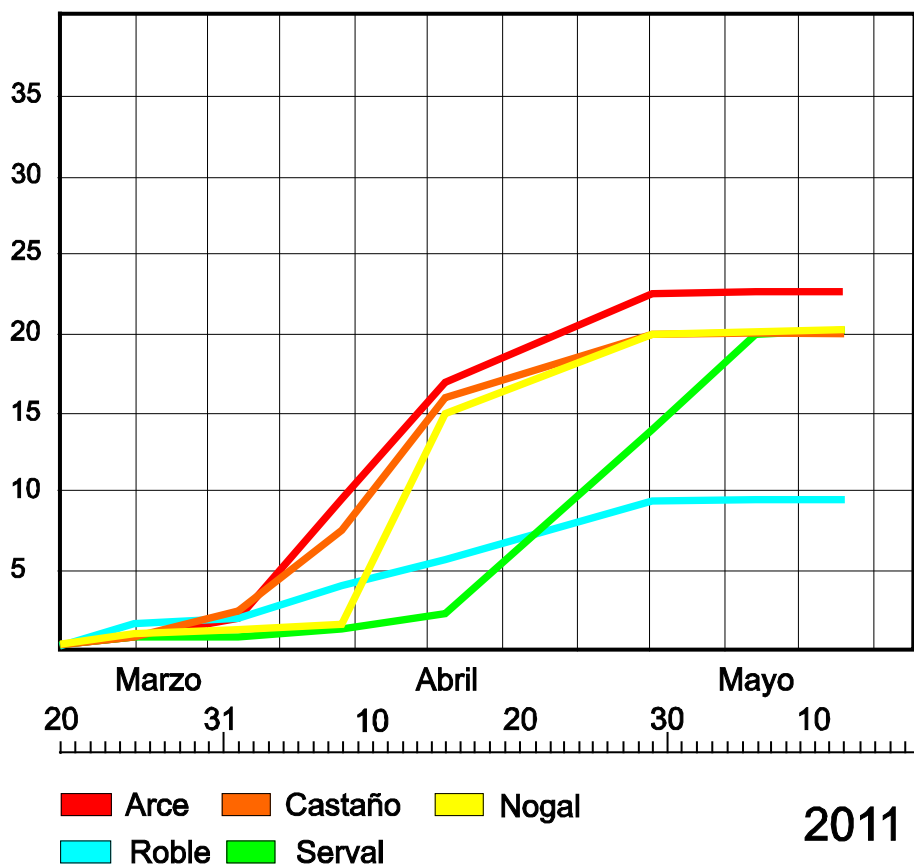


Figura 2. Representación gráfica de la emergencia foliar y la evolución del crecimiento de las hojas de las cinco especies, a lo largo del año 2011.

Tenemos que señalar que al observar las representaciones gráficas, se suscitaron preguntas que no habían surgido al inicio de la experiencia. Una de ellas fue: ¿Crecieron menos las que empezaron más tarde?. En este caso fue necesario indicarles que, tratándose de hojas diferentes cada año la respuesta debe obtenerse determinando el ritmo de crecimiento, o el tiempo que tarden en alcanzar su tamaño definitivo, independientemente de cual sea. Es decir hacerles ver que, la respuesta a esta pregunta está en la respuesta a la pregunta anterior.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

- La primera conclusión surge como consecuencia de los análisis de las mediciones iniciales y comprobar la presencia de yemas en noviembre. Esta observación previa, les mostró que los árboles construyen sus yemas antes del invierno, y quedan protegidas durante todo ese periodo por escamas duras para evitar su deterioro por la acción de la intemperie.
- Otro aspecto a resaltar, es la perfecta sincronía en las respuestas de los árboles estudiados. Las observaciones han mostrado claramente el comportamiento independiente de cada uno, que aunque reaccionan todos de la misma manera al estímulo, cada uno lo hace según su propio mecanismo, lo que pone de manifiesto que cada uno posee un perfil genético concreto, que determina sus respuestas a las variables ambientales.
- Los resultados obtenidos, ponen también de manifiesto que en el segundo año de la experiencia, se produce un adelanto de 20 días en las fechas de brotación de todas las especies, pudiendo considerar este hecho como respuesta al aumento de temperatura que se produjo en ese período (Peñuelas *et al.*, 2009). Este fenómeno, es de gran importancia para que el alumnado comprenda las consecuencias que se pueden derivar de las variaciones de temperatura, provocadas por el Cambio Climático, y la forma en que pueden responder las plantas a estas nuevas circunstancias.
- Cabe destacar, que el alumnado participante en esta actividad ha comprendido que la vida de las plantas está determinada por la temperatura, y la importancia que en una investigación tiene el ser rigurosos en la toma de datos. También ha resultado muy motivadora para todos ellos, no solo porque les ha ofrecido la oportunidad de ser ellos los protagonistas de todo el proceso investigativo en el estudio de -un proceso natural y próximo-, sino que les ha ofrecido la oportunidad de trabajar en grupos, lo que ha contribuido al desarrollo de su responsabilidad personal y el trabajo cooperativo, ya que han tenido que compartir tareas y resultados, respetar y consensuar las distintas interpretaciones para llegar a unas conclusiones comunes. Especialmente en este Centro educativo, donde la presencia de alumnos inmigrantes es muy importante (1 de cada cuatro), este tipo de actividades fortalecen las relaciones personales, el respeto a la diversidad, y la satisfacción de la pertenencia a un grupo.
- Indicar que, la parte de la experiencia que demandó un mayor apoyo del profesor, fue en la 2ª fase, en la que se les mostraba la técnica a seguir para poder estudiar el crecimiento de las yemas, los posteriores brotes y las hojas, ya que hasta ese momento no habían utilizado esta técnica de toma de datos, siendo además necesario insistirles en la necesidad de ser rigurosos y metódicos.
- Por todo ello, la actividad ha resultado también muy gratificante para el profesorado implicado, al comprobar cómo poco a poco el alumnado se integra en la rutina del proceso de investigación propuesto con mayor facilidad y familiaridad, quedando favorablemente predispuestos a la participación en trabajos de campo posteriores, e incluso solicitan información a principio de curso: “*¿profe, este año vamos a hacer trabajos?*”. Por todo ello, es nuestra intención incorporarla de forma permanente a esta materia, en la confianza de que la utilización de las actividades experimentales con plantas sirva para motivar al alumnado de este nivel educativo.

BIBLIOGRAFÍA

- Charrier, M.; Cañal, P. & Rodrigo Vega, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre fotosíntesis y 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.
- Escutia, M. (2009). El huerto escolar ecológico. Ed. Grao. Barcelona
- García Márquez, A.S. (2005). El jardín botánico como recurso didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 2, nº 2: 209-217
- González, C.; García, S. & Martínez, C. (1998). Concepciones de los alumnos de bachillerato, a cerca de la función de los gases en el proceso de fotosíntesis. En Martínez Losada, C. y García Barros, S. (Eds.), *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. (pp. 335-344). A Coruña: Universidade da Coruña.
- Marín, N. & Cárdenas, F. A. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía «el alumno como científico». *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 35-46.
- Peñuelas, T.; Rutishauser & Fililla, I. (2009). Phenology Feedbacks on Climate Change. *Science*, 324, 887 - 888.
- Rodríguez Rajo, J.; Méndez, J. & Jato, V. (2000). Influencia de la temperatura en la floración de *Quercus* en el sur de Galicia (Ourense y Vigo, 1994-98). *Acta Botánica Malacitana*, 25, 153-163. Málaga.
- Silva-Pando, J. & Rigueiro Rodríguez, A. (1992). *Guía das árbores e bosques de Galicia*. Ed. Galaxia.

Nociones de aprendizaje, enseñanza y competencias de pensamiento científico (CPC) en profesores de química en formación

¹Molina, N., ¹Arellano, M., ¹Merino, C., ¹Jara, R., ²Quintanilla, M.

¹Laboratorio de Didáctica de la Química. Instituto de Química. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, marellan@ucv.cl

²Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

RESUMEN

En la formación inicial de los profesores de ciencia, se evidencian carencias en la promoción de competencias de pensamiento científico (CPC). Especialmente en situaciones evaluativas que, de manera coherente y sistemática, den cuenta del desarrollo de ellas. Es necesario que los docentes en el proceso formativo inicial, desde una perspectiva participativa y colaborativa, sean capaces de identificar y caracterizar sus nociones de enseñanza, aprendizaje y CPC mediante la implementación de instrumentos y estrategias de evaluación. En el presente trabajo se presentan las directrices teóricas sobre el abordaje de las CPC como línea de investigación y un análisis preliminar acerca de las nociones epistemológicas de enseñanza, aprendizaje y CPC en una muestra de profesores de química en formación de una universidad tradicional chilena.

Palabras clave

Nociones epistemológicas, profesores en formación, química.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo se sustenta en el marco del proyecto Fondecyt 1110598, el cual se formula como un proyecto de investigación y desarrollo, que pretende producir conocimiento acerca del pensamiento del profesorado de química en formación y el diseño intencionado de mediaciones que favorecen la apropiación docente de la evaluación de la ciencia, concebida como actividad para el enfrentamiento a la resolución de problemas y la promoción de competencias de pensamiento científico.

Como lo hemos planteado en otros artículos de divulgación y conferencias (Quintanilla, Merino y Cuellar, 2012; Quintanilla, Joglar, Camacho, Ravanal, Labarrere, Cuéllar, Izquierdo, y Chamizo, 2010), en la actualidad existe bastante consenso en las instituciones formadoras de profesores de ciencia respecto a abordar la enseñanza de la resolución de problemas científicos como uno de los medios principales para el desarrollo del ‘pensar teórico’, propiciando la formación de una ‘cultura científica – escolar’ que favorezca

ambientes de aprendizajes creadores y ricos en densidad metacognitiva (Labarrere y Quintanilla, 2002). Nuestra idea original es introducir en la discusión tres procesos fundamentales: los fundamentos epistemológicos y las concepciones teóricas de la formación científica del profesor en formación, las racionalidades teóricas acerca de las CPC, su estructura y evaluación en la construcción de conocimiento profesional y el desarrollo de planos de análisis de resolución de problemas científicos en ambientes intencionados de aprendizaje.

El tránsito al pensamiento científico y la cultura en este dominio del conocimiento, como aspectos primarios a atender en la transposición didáctica, marca una toma de conciencia de que el aprendizaje basado simplemente en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de recursos algorítmicos y heurísticos, resultan insuficientes, para que el profesorado en formación desarrolle una verdadera competencia en la comprensión de los fenómenos científicos (Cardelhead, 1991). En este sentido, también se reconoce la necesidad de trascender la representación del profesor individualmente como sujeto del aprendizaje y se comience a considerar un “sujeto colectivo”, es decir el grupo de profesores que trabaja en equipo y actúa como comunidad profesional generadora de conocimientos y procesos básicos a partir de los cuales se debe llevar a cabo la educación científica bajo ciertos modelos de realidad, conocimiento y aprendizaje donde la didáctica de las ciencias establece un dominio propio de significados (Labarrere y Quintanilla, 2005).

Metodología

El diseño de investigación del proyecto se constituye en dos fases: primero indagar las representaciones de los profesores de química en formación sobre aprendizaje, enseñanza y competencias de pensamiento científico. Posteriormente una segunda fase de mediación que favorezca la apropiación de modos de identificar, caracterizar y evaluar competencias de pensamiento científicos en los profesores en formación y sistematización de la actividad mediadora con profesores-investigadores. En esta oportunidad damos cuenta de una parte de la primera fase.

Para lograr los objetivos del proyecto de investigación, en una primera fase se aplicó un cuestionario que consta de ocho (8) dimensiones, que dan cuenta de las nociones epistemológicas de ciencia y su enseñanza, y que se han desarrollado en otras investigaciones (Quintanilla, et al, 2006). En este estudio sólo se abordaron 3, corresponden a: Enseñanza de las ciencias (EC), Aprendizaje de las ciencias (AC) y Competencias del Pensamiento Científico (CPC). Los enunciados se presentan en forma de juicios, por medio de una escala de valoración tipo Likert, con 5 escalas de apreciación: TA (totalmente de acuerdo), PA (parcialmente de acuerdo), I (imparcial), PD (parcialmente en desacuerdo) y TD (totalmente en desacuerdo).

La muestra corresponde 70 profesores en formación en Química y Ciencias Naturales, de una universidad nacional, de los cuales el 65,7% son mujeres y el 34,3% varones. En relación a su procedencia, un 18,6% provienen de establecimientos municipales, 74,3% de establecimiento particular subvencionado y 7,1% de privados. El instrumento fue respondido por profesores en formación de primero a quinto año. Estas dimensiones y sus preguntas pueden ser revisadas en anexo I.

Resultados

A continuación se presentan los resultados, según las dimensiones abordadas.

1. *Dimensión “Enseñanza de las Ciencias” (EC)*. En la figura 1 y 2, se ven diferenciadas las dos visiones que presentan los profesores de química en formación, según la escala de valoración. Se puede identificar que tienen una aprobación positiva, tanto a la visión constructivista, enunciados 2, 18, 21, 28 y 59 y una visión epistemológica dogmática-tradicional, enunciados 46, 63, 64, y en desaprobación a los enunciados 71 y 72 que corresponden a la visión dogmática-tradicional.

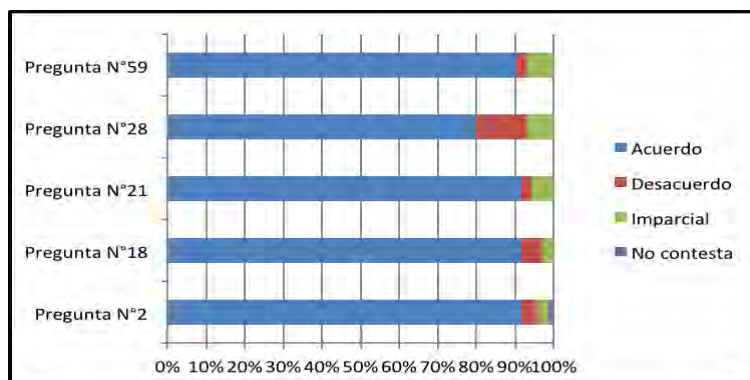


Figura 1: Dimensione “EC”. Sentencias que responde a un paradigma constructivista,

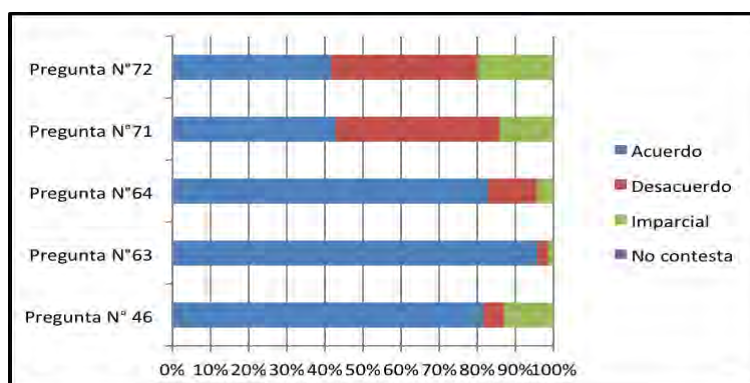


Figura 2: Dimensione “EC”. Sentencias que responde a un paradigma dogmático-tradicional,

En ambos gráficos se muestra que los profesores de química en formación, presentan ambas visiones epistemológicas, quedando sobre el 50% de aprobación las preguntas de carácter constructivista (figura 1). Adicionalmente se observa, que en las preguntas de carácter dogmático-tradicional, tienen 3 preguntas de aprobación sobre el 50%, dejando bajo este rango las preguntas 71 y 72 (figura 2).

2. *Dimensión Aprendizaje de las Ciencias (AC)*. Las figuras 3 y 4, muestran los resultados en porcentaje de las preguntas de la dimensione “AC”. Se observa que los profesores de química en formación, presentan ambos tipos de visiones epistemológicas.

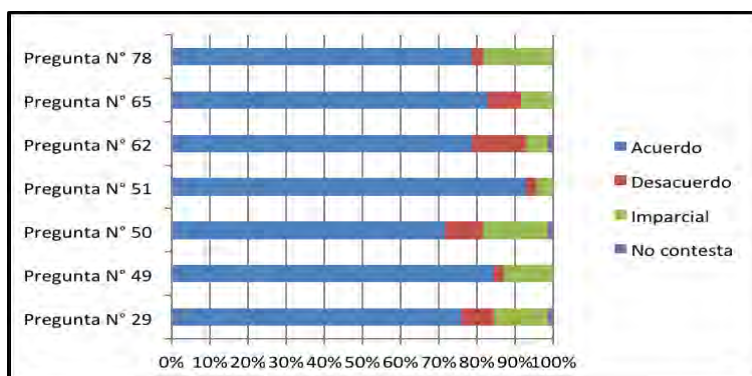


Figura 3: Dimensión “AC”. Sentencias que responde a un paradigma constructivista,

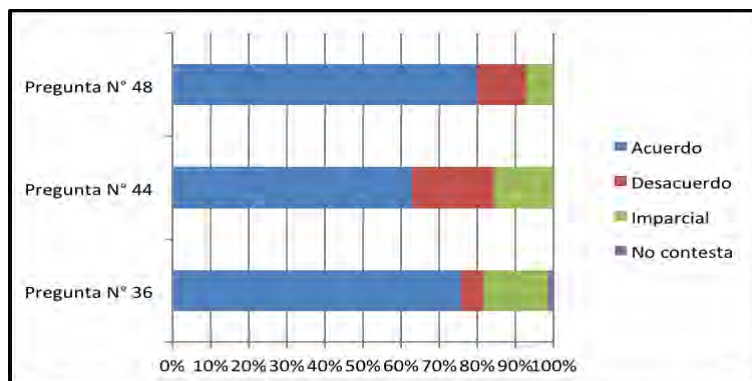


Figura 4: Dimensión “AC”. Sentencias que responde a un paradigma dogmáticos- tradicional

En la figura 3, sobre el 50% de los profesores de química en formación se manifiestan a favor de los ítems constructivistas. En la figura 4, se observa la aprobación sobre el 60% de los profesores de química en formación sobre los enunciados dogmáticos - tradicionales . Es importar hacer notar los altos porcentajes que están de acuerdo tanto con enunciados dogmáticos –tradicionales, como constructivistas.

3. *Dimensión Competencias del Pensamiento Científico (CPC)*. Las figuras 5 y 6, muestran a los profesores de química en formación, quienes presentan la aprobación de preguntas de carácter constructivistas, enunciados 32, 34, 41,47 y 74. Además muestran una aprobación positiva respecto a una visión dogmática en los enunciados 4, 13, 25 y 26; y una desaprobación en los enunciado 26 y 80 de la visión dogmática-tradicional, al concebir las competencias del pensamiento científico.

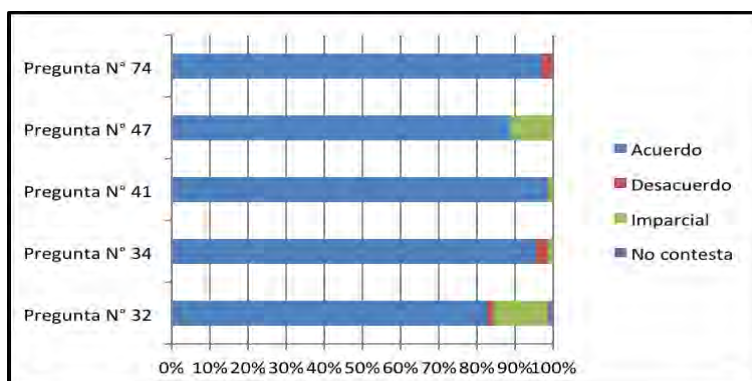


Figura 5: Dimensión “CPC”. Sentencias que responde a un paradigma constructivista

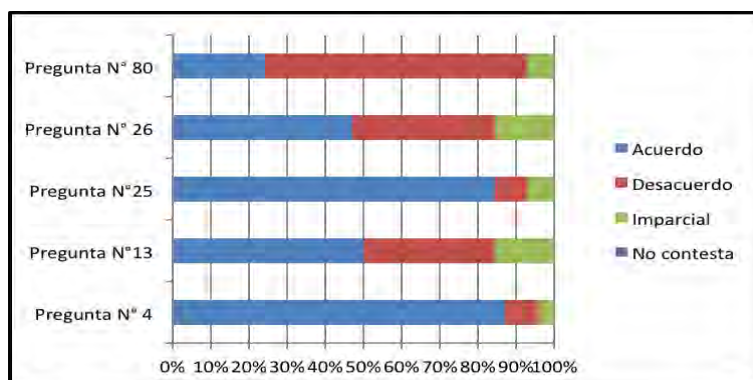


Figura 6: Dimensión “CPC”. *Sentencias que responde a un paradigma dogmático-tradicional*

La figura 5, se observa las preguntas de carácter constructivista de la dimensión “CPC”, en donde los profesores de química en formación presentan aprobación a todos los enunciados. La figura 6, se observa las preguntas de carácter dogmática-tradicional, en donde los profesores de química en formación, presentan dos preguntas (pregunta 4 y 25) con un porcentaje mayor al 50%, la pregunta 13 solo presenta un porcentaje de 50% y las preguntas 26 y 80, presentan bajo el 50% de aprobación. Se observa que, en los profesores de química en formación, predomina la visión constructivista en relación a la dimensión CPC.

CONCLUSIONES

A luz de los resultados podemos avanzar en las siguientes conclusiones:

- En las tres dimensiones EC, AC y CPC los profesores en formación presentan resultados semejantes, dando origen a una postura híbrida en las visiones epistemológicas.
- Los resultados indican que las representaciones de los profesores en formación en química, son híbridas en la dimensión EC. Sus ideas median entre una visión sobre la enseñanza de las ciencias de forma memorística por un lado y, por otro, una visión integrada con la vida cotidiana que les permita interpretar el mundo con la teoría. Bajo esta visión, el docente es quien ha de proporcionar las herramientas para que el alumno descubra y construya su propio aprendizaje de las ciencias, como un proceso de investigación y experimentación, reconociendo la importancia de la experimentación (contextualización) y el aprendizaje de las habilidades necesarias para llevar a cabo diversas tareas que involucra el pensamiento científico.
- En relación a la dimensión AC, ocurre algo similar con la dimensión EC. Los profesores en formación tienen posturas híbridas entre constructivistas y dogmáticas. Es decir, por un lado para estos profesores en formación, el aprendizaje es significativo cuando el sujeto que aprende se apropia de él. Y esta apropiación faculta descomponer y recomponer la información. Adicionalmente, el conocimiento científico se adquiere por medio de un proceso colectivo o individual, en donde se relacionan los conocimientos previos con los nuevos, de manera de asumir el aprendizaje de la ciencia como un proceso de desarrollo continuo, dinámico y permanente (Quintanilla, 2006).

- d) En relación a la dimensión CPC, los profesores en formación presentan una valoración positiva y concuerdan en que es importante la promoción y el desarrollo de habilidades y destrezas, pues esto contribuye al desarrollo de las competencias del pensamiento científico para autorregular los aprendizajes (visión constructivista), pero a la vez, también valoran el desarrollo CPC, a través de objetivos claros y precisos (visión dogmática).

El estudio desarrollado a la fecha, entrega información que nos permite evidenciar las representaciones iniciales de profesores de química en formación. Los datos invitan a reflexionar sobre cómo optimizar los procesos formadores de la universidad, poniendo énfasis en las prácticas educativas.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto FONDECYT1110598 dirigido por el Dr. Mario Quintanilla Gatica, del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) en consorcio con las universidades: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Santiago, Universidad Santo Tomás y Universidad Central, con el patrocinio de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), que permitió el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Adúriz-Bravo, A. (2002). Naturaleza de la ciencia y formación epistemológica del profesor. *Pensamiento Educativo*. 30, 315-330.

Cardelhead (1991). Images of teaching: student teachers early and conceptions of classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 7(1),1-8

Chamizo, J. e Izquierdo M (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Educación Química*, 18(1), 7 – 11.

Labarrere, A. y Quintanilla, M. (2002). Análisis de los planos del desarrollo de estudiantes de ciencia. *Pensamiento Educativo*, 30, 121-138.

Labarrere, A y Quintanilla, M (2005). Evaluación profesional del maestro de ciencia y resignificación del conocimiento científico. *Actas del VII Congreso Internacional en Enseñanza de las Ciencias*, Granada, España. Vol. Especial, pp 127.

Quintanilla, M, Labarrere, A., Santos, M., Cádiz, J. Cuéllar, L., Saffer, G. y Camacho, J. (2006) Elaboración y validación y aplicación preliminar de un cuestionario sobre ideas acerca de la imagen de ciencia y educación científica de profesores en servicio. *Pensamiento Educativo* Vol. 24, 249-268.

Quintanilla, M. (2006) Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia En: *Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*. Quintanilla y Adúriz-Bravo (eds). Ediciones PUC, Santiago de Chile, p.17-42, Cap.1

Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, E., Labarrere, A., Cuéllar, L., Izquierdo, M. y Chamizo, J. A., (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. ¿Qué piensan los docentes de química en ejercicio? *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 185 –1 98, 2010.

Quintanilla, M., Merino, C., Cuellar, L. (2012). Análisis del discurso del profesorado de química en ejercicio y su contribución a la evaluación de competencias de pensamiento científico. Un estudio de caso en Chile. *Educación Química*, 23(2),188-191

ANEXO I

Sentencias	
46	La enseñanza de las ciencias se basa en dejar que los estudiantes descubran, por sí mismos, los conceptos científicos.
63	La enseñanza de las ciencias permite que los estudiantes reemplacen sus nociones incorrectas acerca de la realidad, por conceptos científicamente correctos.
64	Las actividades experimentales son imprescindibles para justificar la enseñanza de las teorías de la ciencia.
71	En la enseñanza de las ciencias se obtienen aprendizaje definitivos, aún si no se consideran los conocimientos previos del estudiantado.
72	La ciencia que se enseña en el aula es un conocimiento sin componentes ideológicos, sociales y culturales.

Tabla 1: Preguntas "EC" para la visión epistemológica dogmática-tradicional.

Sentencias	
2	La enseñanza de teorías científicas debe promover la relación entre los conceptos científicos, en los diferentes campos de un saber científico.
18	La enseñanza de las ciencias promueve en el estudiantado, una actitud ciudadana crítica y responsable.
21	La enseñanza de las ciencias permite explicar el mundo cotidiano con teoría científica.
28	La enseñanza de las ciencias en el aula debe considerar el significado que los estudiantes tienen de un concepto, aunque éste no corresponda con el significado correcto.
59	La enseñanza reflexiva del método científico permite que el estudiantado cambie su forma de actuar frente a nuevas situaciones del mundo real.

Tabla 2: Preguntas "EC" para la visión epistemológica Constructivista.

Sentencias	
36	Los modelos teóricos que se aprenden, se corresponden con los modelos científicos válidamente aceptados.
44	El aprendizaje científico escolar, se produce cuando los profesores reemplazan las concepciones incorrectas de los estudiantes por las de las teorías científicas.
48	El aprendizaje científico escolar permite que el estudiantado sustituya totalmente las ideas previas o cotidianas poco elaboradas, por otras del ámbito científico.

Tabla 3: Preguntas "AC" para la visión epistemológica Tradicional-Dogmática.

Sentencias	
29	El aprendizaje se adquiere en un proceso colectivo por el cual los estudiantes elaboran conocimiento que puede o no coincidir con los modelos teóricos de la ciencia.
49	El aprendizaje científico escolar es un proceso por el cual el estudiantado relaciona su conocimiento, tanto con el de sus pares como con el de otras fuentes (periódicos, internet, cine, etc.)
50	Los estudiantes pueden aprender activamente conceptos científicos inapropiados, fuera de la escuela para interpretar la realidad y su propia experiencia.
51	Las teorías con las cuales los estudiantes interpretan el mundo cambian después de un proceso de aprendizaje de las ciencias.
62	El estudiante debe participar en las decisiones acerca de qué y cómo aprender, porque él es responsable de su aprendizaje científico.
65	En el aprendizaje de las ciencias, cada profesor proporciona a los estudiantes información necesaria para que estos la organicen según su propia experiencia.
78	Aprender a aprender ciencias, implica evaluar y coevaluar con los compañeros las distintas actividades que promueve el profesorado.

Tabla 4: Preguntas "AC" para la visión epistemológica constructivista.

Sentencias	
------------	--

4	El desarrollo de competencias de pensamiento científico por parte del profesorado, se logra con objetivos e instrucciones claras y precisas.
13	Un estudiante competente en ciencias, genera conclusiones a partir de sus observaciones sin necesidad de acudir a teorías.
25	Un estudiante competente en ciencias, moviliza conocimientos y habilidades para manipular eficientemente instrumental científico.
26	La actividad escolar que desarrolla competencias de pensamiento científico, se centra en la entrega de datos, formulas y teorías.
80	Las mediciones SIMCE, PSU, PISA, TIMMS, reflejan competencias de pensamiento científico de manera valida y confiable.

Tabla 5: Preguntas "CPC" para la visión epistemología tradicional-dogmática.

Sentencias	
32	Una competencia de pensamiento científico expresa expectativas valoradas por la sociedad, el profesorado y el propio sujeto que aprende.
34	Un estudiante competente en ciencias, integra conocimientos, actitudes y valores de la comunidad científica, en la clase de ciencias
41	El desarrollo de habilidades y destrezas que promueve el profesorado, contribuye a las competencias de pensamiento científico para autorregular los aprendizajes.
47	Un estudiante competente en ciencias, reconoce las limitaciones o ventajas de apoyarse en teorías para explicar un fenómeno.
74	Un estudiante es competente en ciencias, cuando argumenta a partir de la búsqueda de explicaciones, por ejemplo a los posibles resultados de un experimento.

Tabla 6: Preguntas "CPC" para la visión epistemología constructivista.

Relación entre el aprendizaje y el tipo de actividad que se realiza en la visita a un centro de ciencias

Morentin, M., Echevarría, I., Zamalloa, T. y Ajuria, I.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Correo: maite.morentin@ehu.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es conocer la influencia que tienen en el aprendizaje las diferentes actividades que ofrece un centro de ciencia a los escolares que lo visitan; para ello hemos focalizado nuestro trabajo en dos actividades concretas: la realización de un taller sobre la presión atmosférica y la visita guiada por diferentes secciones del museo. El estudio se ha desarrollado con un grupo de estudiantes de E. Primaria que visitó el Eureka Zientzia Museoa de San Sebastián, y las conclusiones indican que la participación en el taller generó más evocaciones a medio plazo y consiguió mejoras más significativas en el aprendizaje de esos estudiantes en relación a la visita guiada, que incidió en los aspectos más lúdicos de la experiencia.

Palabras clave

Aprendizaje de las ciencias, centros de ciencias, salidas escolares, educación primaria

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el número de personas que visitan instituciones de aprendizaje no formal (zoos, acuarios, jardines botánicos, centros de ciencias...) ya sea por iniciativa personal o como participantes de una salida escolar, es numeroso y creciente (Díaz et al., 2006; Sichau, 2010; Travers y Glaister, 2004). En este segundo caso, la visita tiene una finalidad educativa sin obviar los aspectos lúdicos que hacen que estas experiencias sean tan atractivas para los estudiantes. Ahora bien, en función del objetivo que se persiga con la visita, las demandas de los visitantes y sus comportamientos serán diferentes, tanto respecto a las exhibiciones presentes, a las actividades a realizar en el centro, o respecto al papel de los monitores.

La bibliografía indica que la diversión que se consigue en estos contextos multisensoriales junto con la interactividad, que es la base de los actuales centros de ciencia, son componentes importantes en el proceso de aprendizaje de las ciencias (Alderoqui, 2009; Allen, 2004; Díaz et al., 2007; Nuñez, 2010; Wagensberg, 2000). En el caso de las visitas escolares, se ha estudiado el aprendizaje conseguido en una visita a un centro de esas características y la influencia de algunas variables (preparación de

la visita, paneles explicativos, presencia o ausencia de monitores, etc.), llegando a la conclusión de que dichas variables afectan al comportamiento de los estudiantes durante la visita, y por tanto, a los resultados de aprendizaje derivados de la misma (Echevarría et al., 2005; Fernández, 2009).

Los estudios antes mencionados indican que debe haber un grado importante de relación con el currículo escolar para que se den niveles óptimos de aprendizaje, y que la implicación de los estudiantes en las actividades podrá favorecer comportamientos de indagación que conllevarán aprendizajes conceptuales y actitudinales principalmente (Falk y Dierking, 2000). En este estudio, nos hemos centrado en las características de la actividad realizada en la visita al museo, analizando los aprendizajes obtenidos como resultado de la visita guiada a unas salas del museo tanto como los resultados de aprendizaje conseguidos en un taller específico que los estudiantes realizaron también en la visita.

Esta investigación pretende clarificar la relación entre el aprendizaje cognitivo y el tipo de actividad realizada con estudiantes de 5º curso de Educación Primaria que visitan un museo interactivo de ciencias, cuando la finalidad de la visita no es únicamente educativa sino que tiene también una finalidad lúdica y motivadora. Así mismo se considerará el género del alumnado como otra variable que puede intervenir en el proceso.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

El Eureka Museo de la Ciencia de San Sebastián es el centro de ciencia elegido para este trabajo. Se trata de un museo interactivo de tamaño medio, inaugurado en 2001, que cuenta con varias salas dedicadas a la exhibición permanente así como con un planetario, exposiciones temporales, talleres, etc. Las visitas escolares incluyen una visita guiada a una parte de la exhibición permanente junto con la realización de un taller o una sesión de planetario, en función de las necesidades del profesorado; de esta forma, los estudiantes pasan casi 2 horas en estas actividades y disponen además de un tiempo libre para volver a interactuar con módulos que les han llamado la atención o visitar algunos que no hayan sido explicados en la visita guiada.

Los estudiantes que participaron en este estudio pertenecían a un colegio concertado de la zona del Bilbao metropolitano, siendo 22 niños y 20 niñas que visitaron el museo de ciencias como una actividad extraescolar programada por el centro para ese curso. La visita consistió en una visita guiada a 4 salas del museo (Percepción, Electricidad, Mecánica y La Tierra), la realización del taller sobre “Presión atmosférica” y 30-40 minutos de visita libre.

La visita se preparó exclusivamente desde el punto de vista organizativo: el profesorado explicó las características de la salida pero sin integrarla en el currículum del curso; hay que señalar que la razón de elegir el taller fue justamente la posibilidad de trabajar en el museo unos contenidos que no se iban a tratar durante el curso. En cuanto a la visita guiada, se acordó su realización con un objetivo menos educativo y más lúdico, ya que en opinión de los profesores responsables es difícil conseguir otro tipo de aprendizaje en ese breve periodo de tiempo (1 h. aproximadamente).

METODOLOGÍA

El diseño experimental adoptado para este estudio consistió en una prueba pre-test/post-test. Los cuestionarios fueron diseñados por las autoras, tomando como referencia los utilizados por Anderson y Lucas (1997) y fueron probados previamente con un grupo control, para asegurar la comprensión terminológica y la adecuación al nivel cognitivo de los estudiantes. Aunque este diseño no determina de forma exacta el grado de aprendizaje conseguido por los estudiantes durante la visita al Eureka, nos proporciona indicaciones sobre los recuerdos del alumnado acerca de las experiencias vividas en el museo, y aporta explicaciones y descripciones sobre algunas de dichas experiencias y sobre los contenidos elegidos.

El cuestionario inicial consta de 7 preguntas dirigidas a conocer las concepciones del alumnado sobre el aire y sus características principales (situación, peso y volumen). Se utilizaron dibujos para facilitar la comprensión de las preguntas, dada la edad del alumnado, y preguntas abiertas para recoger sus ideas y no conducir las respuestas; además, varias preguntas incidían en el mismo concepto con el fin de tener mayor número de argumentos para validar y categorizar las respuestas.

El cuestionario que se utilizó con posterioridad a la visita (pasados 3 meses) constaba de dos partes: 4 preguntas acerca de los módulos y experiencias que mejor recordaban, y otras 6 preguntas para determinar si los estudiantes habían conseguido una adecuada comprensión sobre algunos de los contenidos científicos implicados.

RESULTADOS

Analizaremos los resultados obtenidos en dos partes: los correspondientes al taller sobre la presión atmosférica en primer lugar, y los resultados relacionados con la visita guiada a continuación.

El taller sobre la presión atmosférica (45 minutos de duración) consistió en una breve explicación inicial y la realización de 5 experiencias sencillas sobre la presión que realiza el aire en situaciones cotidianas; el monitor que dirigió este taller proporcionó explicaciones adecuadas a la edad del alumnado, y los estudiantes (los que de forma voluntaria quisieron) participaron en la realización de dichas experiencias.

La 1ª pregunta de nuestro cuestionario-postest estaba dirigida a conocer qué experiencia recordaban mejor pasados 3 meses, así como la razón que ellos mismos aportaban para dicho recuerdo. Los resultados indican que las experiencias más recordadas son:

- *el huevo que se introduce en una botella: 45%*
- *la lata de refresco que se aplasta: 22'5%*
- *el vaso tapado y dado la vuelta sin derramar el agua: 15%*

La mayoría del alumnado no indica la razón que, en su opinión, justificaría dicho recuerdo, pero cuando lo hacen (20%) se refieren a su propia participación o la de sus compañeros en la realización de la experiencia.

Las demás preguntas del postest estaban dirigidas a conocer el aprendizaje conceptual conseguido tras la participación en el taller; los resultados indican una mejora importante en la definición del aire (2% en el pretest y 32% en el postest) así como en el aprendizaje de otros conceptos relacionados, por ejemplo el peso del aire o la presión que éste ejerce en situaciones cotidianas (ver tablas 3 y 4).

Definición de aire	Pre-test N=42	Post-test N=40
Mezcla de gases/ Es un gas	1 (2'4%)	13 (32'5%)
Oxígeno	21 (50%)	8 (20%)
Lo que respiramos	3 (7'1%)	6 (15%)
Otras	10 (7 relacionan con viento) 23'8%	9 (8 dicen "montón de átomos) 22'5%

Tabla 1. Respuestas en relación al concepto de aire

En los resultados mostrados en la tabla 1 hemos considerado como respuestas aceptables tanto las que concretan que *"el aire es una mezcla de gases"* como aquellas que, aún siendo parciales, dicen que es un gas; como se puede observar este porcentaje ha aumentado de forma importante. Inicialmente la mitad de los estudiantes identificaban el aire con el oxígeno, y tras la realización del taller este porcentaje ha descendido notablemente. Queremos destacar 8 respuestas que dicen que *"el aire está compuesto por un montón de átomos"*, frase textual expresada por el monitor durante la explicación del taller.

¿Dónde está el aire?	Pre-test N=42	Post-test N=40
En todos los sitios	18 (42'9%)	34 (85%)
En el cielo	20 (47'6%)	3 (7'5%)

Tabla 2. Respuestas relacionadas con el lugar que ocupa el aire

En relación a la ubicación del aire también se consiguió una mejora importante (tabla 2), de forma que prácticamente se duplica el porcentaje de respuestas correctas, mientras que sólo son 3 estudiantes los que opinan –tras la visita al museo- que *"el aire está en el cielo"*.

¿Pesa el aire?	Pre-test N=42		Post-test N=40	
Si (explícito/ dibujo)	10 (23'8%)	13 (31%)	33 (82'5%)	29 (72'5%)
No (explícito/ dibujo)	21 (50%)	27 (64'3%)	6 (15%)	10 (25%)
No contestan	11 (26'2%)	2 (4'8%)	1 (2'4%)	1 (2'4%)

Tabla 3. Respuestas en relación con el peso del aire

El concepto de peso del aire se ha analizado en dos cuestiones diferentes, en una a nivel explícito (*¿crees que el aire pesa?*) y en otra mediante los dibujos de unos tarros con o sin aire (*¿qué tarro pesa más, el vacío, el lleno de aire o pesan igual?*). Como se puede ver en la tabla 3, las respuestas difieren según la cuestión analizada, si bien se puede decir que ha habido un aprendizaje significativo en relación a dicho concepto. A nivel explícito en el pretest, hay 11 estudiantes que no responden (26%) mientras que con los dibujos casi todos aportan sus respuestas. Inicialmente la cuarta parte del alumnado tenía conciencia del peso del aire (e incluso justificaban sus respuestas) y este

porcentaje ha aumentado hasta casi el 75% tras el taller. En esta ocasión, varias de las justificaciones que aportaban para afirmar que el aire pesa hacían referencia a la visita al museo de ciencias (7 respuestas).

Presión del aire	Pre-test N=42	Post-test N=40	
Saben explicarla (POST: preg.4/ preg.6)	4 (9'5%)	31 (77'5%)	14 (35%)
No saben explicarla	25 (59'5%)	9 (22'5%)	11 (27'5%)

Tabla 4. Respuestas relacionadas con el concepto de presión

En el caso de la presión realizada por el aire se utilizaron también dos cuestiones del posttest para comprobar si se habían producido cambios en la concepción del alumnado: una similar a la planteada en el pretest (pregunta sobre la posibilidad de abrir la tapa de un bote con aire o sin aire) y otra relacionada con una experiencia realizada en el taller. Los resultados son muy diferentes según hagamos referencia a una u otra cuestión (ver tabla 4); si bien en ambos casos se detecta una mejora importante (menos del 10% en el pretest y más del 35% tras la visita), somos conscientes de que la explicación exigida es más fácil en el primer caso (*es difícil abrir la tapa del bote que no tiene aire*); en la cuestión 6, en cambio, debían explicar por qué no se caía el agua del vaso –tapado con una cartulina- al darle la vuelta; en esta situación saben que no se caerán ni el agua ni la cartulina pero, argumentan simplemente que no hay aire en el interior del vaso, sin citar la presión del aire exterior.

La visita guiada se realizó tras el taller y tuvo 1h. de duración aproximadamente, en la que se visitaron 4 salas del museo (en dos grupos de estudiantes). Las monitoras que realizaron dicha visita explicaban una o dos experiencias en cada sala y dejaban a los estudiantes unos minutos para interactuar libremente.

Las 2 primeras preguntas del cuestionario estaban dirigidas a conocer qué experiencias recordaban mejor pasados estos 3 meses, y las razones que ellos mismos aducían para dichos recuerdos; la 3ª cuestión tenía como objetivo comprobar si había aprendizaje conceptual en un módulo concreto –las poleas- que había sido explicado brevemente por las monitoras durante la visita. He aquí los resultados obtenidos:

Módulos más recordados	Nº alumn.
Laberinto de los espejos	17
Los ojos nos engañan (percepción)	6
La visión de los animales	4
La pared de las sombras (no incluido en la visita)	8

Tabla 5. Módulos más recordados

Si bien en esta tabla hemos recogido los 4 módulos más mencionados, es de destacar que en total son 16 módulos/experiencias diferentes las que aparecieron al analizar los cuestionarios. En la mayoría de las respuestas no indicaron la razón del recuerdo, sino

que se limitaron a explicar la interacción efectuada o el funcionamiento del módulo; sin embargo, en las 11 respuestas en las que sí hay razones, indican que *porque fue muy divertido, nos reímos mucho, porque lo pasé muy bien*. Estas justificaciones son evidentes si observamos que el módulo más recordado es el laberinto de los espejos, en el que la diversión es la parte fundamental de la experiencia. Queremos destacar además el hecho de que 8 estudiantes citaron el módulo de “la pared de sombras”, módulo que no vieron en la visita guiada, sino que pudieron interactuar con él durante la visita libre posterior con sus propios profesores. Así pues, tal y como indica la bibliografía, y como ya habíamos comprobado en estudios previos con alumnado de otras etapas educativas, los aspectos lúdicos favorecen los recuerdos transcurrido un tiempo de la visita (Morentin et al., 2009).

Para finalizar, se les presentó en la 3ª cuestión una fotografía del módulo de las poleas y se les preguntaba si recordaban qué módulo era pidiéndoles que describieran su funcionamiento.

Módulo de las Poleas	
¿Lo recuerdas?	SI: 57'5% / NO: 10% / BLANCO: 32'5%
Nombran las poleas	22'5%
Explican algo sobre el funcionamiento	20%

Tabla 6. Recuerdos inducidos sobre un módulo concreto “Las Poleas”

Como se puede observar en la tabla, más de la mitad del alumnado dice que sí recuerda este módulo (*eran unos sacos para levantar*), pero sólo 9 estudiantes (22'5%) nombran las poleas. Además, solamente 8 estudiantes (20%) explican que servían para *levantar pesos de forma más fácil, para levantar los sacos con menos esfuerzo, etc.* Este resultado nos lleva a pensar que el aprendizaje obtenido en este módulo concreto no es el esperado ni el deseable, si bien no tenemos datos acerca de los conocimientos previos de estos estudiantes. También conviene reseñar que el módulo de las poleas no apareció en la lista de las experiencias que mejor recordaban (tabla 5).

En cuanto la variable género del alumnado, es necesario señalar que no se han encontrado diferencias significativas en ninguna de las cuestiones anteriores. Si bien algunas investigaciones apuntan a diferencias de comportamiento entre niños y niñas (Jarvis y Pell, 2005), en las que los niños suelen ser más participativos, en este caso tenemos que decir que los aprendizajes han sido similares tal y como se muestra a continuación.

Respuestas correctas	alumnos	alumnas
Definición de aire	7	6
Ubicación del aire	17	17
Peso del aire	15	14
Explicación de las poleas	3	5

Tabla 7. Resultados correctos en alumnos y alumnas

A la vista de todos estos resultados podemos decir que la realización del taller sobre la presión atmosférica favoreció en el alumnado una mejora conceptual importante, relacionada principalmente con su propia actuación en la realización de las actividades. La visita guiada, en cambio, no parece haber contribuido especialmente al aprendizaje cognitivo pero ha influido de forma muy positiva en los contenidos actitudinales gracias a los módulos más lúdicos e interactivos del recorrido.

CONCLUSIONES

Los talleres de los museos de ciencias son lugares donde la espectacularidad de las actividades y la puesta en escena de las mismas con la participación de los propios estudiantes, aumentan la emoción y la curiosidad y hace más permanente su vivencia en el recuerdo, tal y como se desprende de las respuestas del alumnado. Además, los aprendizajes son más significativos en la medida en que las propias experiencias realizadas in-situ ayudan a recordar incluso las explicaciones aportadas por el monitor. En nuestro estudio existen evidencias que indican que las actividades más interactivas se recuerdan bien pasados 3 meses, y que los conceptos implicados han sido asimilados en su mayor parte.

La visita guiada es recordada con agrado y se recuerdan mejor las experiencias más divertidas, si bien el aprendizaje conceptual se verá favorecido por las explicaciones de los monitores o los propios profesores. Puesto que en este estudio hemos elegido un único módulo -módulo no muy divertido al parecer-, no tenemos evidencias suficientes para decir que la visita guiada no aportó mejoras al aprendizaje de estos estudiantes, si bien somos conscientes de que se debe integrar la visita en el currículo para optimizar el aprendizaje de las ciencias.

En este estudio se ratifica la importancia de realizar actividades complementarias a la visita guiada, es decir, la salida del aula puede ser aprovechada con diferentes actividades de la oferta del museo como talleres, vídeos, sesiones de planetario, etc. (Tran, 2007). La duración de la visita al museo es corta, y para este periodo no se deben pretender objetivos demasiado ambiciosos; sin embargo, las actividades que consiguen interesar y enganchar a los estudiantes (el taller, en nuestro caso) son bien recordadas a medio plazo, y por tanto pueden promover en el alumnado una mejora cognitiva importante.

No se han detectado diferencias significativas en las respuestas de niños y niñas, lo que nos lleva a pensar que sus aprendizajes han sido similares y no dependen de esta variable. Sin embargo, sería interesante conocer otras variables del contexto personal (interés, motivación, expectativas, etc.) y analizar su influencia en los resultados.

Finalmente hemos comprobado que el alumnado de estas edades es reacio a responder cuestiones escritas; sin embargo, las preguntas icónicas han sido bien aceptadas en su mayoría, y vemos la necesidad de complementar este tipo de cuestionarios con entrevistas semiestructuradas que aporten más información sobre las ideas de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Alderoqui D. (2009) *Los módulos interactivos en un Museo de Ciencias como herramientas de aprendizaje científico*. Tesis Doctoral: Universidad Autónoma de

- Madrid (ref. 13 de marzo de 2012) Disponible en la web http://digitoolhttp://digitool-uam.greendata.es//exlibris/dtl/d3_1/apache_media/L2V4bGlicmlzL2R0bC9kM18xL2FwYWNoZV9tZWRpYS8yODAwMA==.pdf
- Allen, S. (2004) “Designs for Learning: Studying Science Museum Exhibits That Do More Than Entertain”. *Science Education*. 88, 16-33.
- Anderson, D. & Lucas, K.B. (1997) “The effectiveness of orienting students to the physical features of a Science Museum prior to visitation”. *Research in Science Education* 27 (4), 485-495.
- Díaz, M.P., Echevarría, I., Morentin, M., & Cuesta, M. (2006) “Veinticinco años de Museos y Centros Interactivos de Ciencia en España”. *Actas de los XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad*. Zaragoza.
- Díaz, M.P., Echevarría, I., Morentin, M., Cuesta, M., & Zamalloa, T. (2007) “Contribution of Museums and Science Centres to Science Learning”. *Póster-Comunicación ECSITE Conference*. Junio 2006. Mechelen (Bélgica). Disponible en web: http://cils.exploratorium.edu/resource_shared/downloads/4031/Palacio-ECSITE06.pdf
- Echevarria, I., Cuesta, M., Díaz, M.P. & Morentin, M. (2005) “Aportaciones de los Museos y Centros de Ciencias a la Educación Científica; Una investigación con estudiantes de la Diplomatura de Educación Social”. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra*. Barcelona.
- Falk, J.H. & Dierking, L.D. (2000) *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Fernandez G. (2009) “Museos interactivos ¿ciencia o arte?” *Revista de Museología* (44) 22-29.
- Jarvis, T. & Pell, A. (2005) “Factores que influyen en las actitudes de los niños de la escuela de primaria hacia la ciencia, antes, durante y después de una visita al Centro Espacial Nacional del Reino Unido”. *Revista de Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, 42, 53-83.
- Morentin, M., Diaz, M.P., Echevarria, I. & Cuesta, M. (2009) “Evocaciones y aprendizajes tras la visita al Kutxaespacio de la Ciencia con estudiantes universitarios”. *Enseñanza de las Ciencias*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Núñez, R. (2010) “Conferencia en la Reunión de Presidentes de Comisiones de Ciencia e Innovación de los Parlamentos Nacionales de los Estados miembros de la Unión Europea del Parlamento Europeo” (25-3-2010). Ref. de 10 de marzo de 2012. web: <http://www.aecomunicacioncientifica.org/es/noticias/aecc-noticias-de-comunicacion-cientifica/60729-la-cultura-cientifica-segun-ramon-nunez-centella.html>
- Sichau, C. (2010) “Los museos de ciencia modernos entretienen al visitante con actividades, pero los paneles explicativos siguen siendo esenciales”. *UAB Divulga Historia de las ciencias*. Ref. de 6 marzo 2012. Disponible en web: <http://www.uab.es/servlet/Satellite?cid=1096481466568&pagename=UABDivulga%2FPage%2FTemplatePageDetailArticleInvestigar¶m1=1271744563896>
- Tran, L.U. (2007) “Teaching Science in Museums: The Pedagogy and Goals of Museum Educators”. *Science Education* 91, 278 – 297

Travers, T. & Glaister, S. (2004) “Valuing Museums. Impact and innovation among national museums”. *Published by National Museums Directors’ Conference*.

Wagensberg, J. (2000) “Principios fundamentales de la museología científica moderna”. *Alambique 26, 15-19*.

Valoración del desempeño docente en el marco de una propuesta multidisciplinaria para la escuela secundaria.

Ortolani, A. E., Raffaelli, J.M., Odetti, H.S.

Departamento de Química General e Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria Paraje "EL Pozo" cc 242 – (3000) Santa Fe – Argentina. Correo: ortolani@fbc.unl.edu.ar

RESUMEN

En esta comunicación se informan las primeras conclusiones acerca del desempeño de los docentes de nivel universitario y de la Escuela Secundaria que llevaron adelante una propuesta multidisciplinaria en las áreas química, física y matemática para desarrollar el tema *Agua y Electricidad*. Para ello, nos basamos en el análisis de los videos de las clases impartidas tanto en la universidad como en la escuela, aplicando una metodología de observación sistemática por registro de sucesos, que requirió el diseño de una Guía de Observación que diera cuenta de situaciones o conductas relacionadas con el modelo didáctico imperante en la clase. Del análisis de las valoraciones del desempeño docente se infiere que tanto los docentes de la Escuela Secundaria como los de la Universidad utilizan y aplican un modelo didáctico tradicional, con diferentes matices, tanto en la fase inicial como en la media y final durante del desarrollo de las clases filmadas.

Palabras claves

Desempeño docente, agua, electricidad, observación de clases, multidisciplinaria.

INTRODUCCIÓN

Las ciencias constituyen una manera de pensar y de actuar con el objetivo de interpretar determinados fenómenos e intervenir en ellos mediante un conjunto de conocimientos teóricos y prácticos, estructurados. El problema principal de la enseñanza de las ciencias continúa siendo que los conocimientos científicos se saben decir, pero no se saben aplicar. La ciencia escolar ha de "tener valor" para los alumnos, porque sólo así harán de ella una actividad significativa (Izquierdo, M. *et al*, 1999).

Para Lemke (2006), la educación debe proponerse contribuir a la mejora de la vida social. Por ello deberíamos ofrecer a los estudiantes una educación científica que haga de la ciencia una herramienta para comprender críticamente el mundo en constante avance tecnológico.

La educación de ciencias en la escuela secundaria debe proveer información científica del mundo y comunicar algunos aspectos del rol de la ciencia y la tecnología en la vida social, apuntando a un aprendizaje que dure toda la vida, promoviendo el desarrollo de habilidades de razonamiento lógico-complejo y que despierte el interés de los estudiantes por carreras científicas o técnicas.

Se debe promover una enseñanza de las ciencias que permita al alumno comprender los aportes de cada disciplina para la solución de situaciones cotidianas incentivando una relación

más estrecha con otras ciencias como la matemática, la historia y la economía, entre otras. Se debe poner más énfasis en el desarrollo de contenidos que relacionen la ciencia y la tecnología y menos en principios puramente abstractos, que serán materia de estudios superiores.

Por otra parte también es importante vincular a los alumnos de escuelas secundarias con universidades, institutos, museos, donde puedan participar de los métodos y estrategias empleadas en la generación de nuevos conocimientos y su potencial aplicación a la solución de problemáticas de la vida cotidiana.

Todo esto supone un replanteamiento de la naturaleza de la teoría y práctica educativas y del conocimiento que las sustenta, así como del rol del profesor como agente privilegiado en la transformación de los procesos educativos (Denegri Coria, 2005). Esta acción implica activar tanto los conocimientos teóricos adquiridos en la formación profesional como aquellos que surgen de su experiencia individual y colectiva de enseñanza, planteándose críticamente no sólo el espacio de los procesos educativos y sus resultados, sino fundamentalmente su práctica y los supuestos e implicaciones sociales sobre los cuales ésta se funda (Zeichner 1992; Boucher y Bouchard 1997).

Para evaluar las prácticas docentes en el aula por lo general se aplican técnicas directas e indirectas. Entre las primeras se cuentan principalmente los cuestionarios a los profesores y entre las indirectas, la observación de clases por evaluadores externos previamente capacitados, guiados por pautas más o menos estructuradas (Seguel, Correa & De Amesti, 1999).

La observación de clases es un método empírico de investigación que se utiliza con frecuencia en la evaluación del desempeño docente. En ella se analizan las características de la actuación del profesor y sus alumnos en el contexto real en el que tiene lugar el proceso educativo, evitando realizar inferencias acerca de lo que verdaderamente sucede en las clases (Stronge, 1997). La evaluación puede realizarse de manera directa (observación *in situ*) o indirecta, mediante la observación de filmaciones.

El presente trabajo constituye una parte de los avances alcanzados hasta el momento en el proyecto de investigación CAI+D orientado-UNL N° 5.41: “Resignificación de la enseñanza de las ciencias: Matemática, Física y Química. Impacto en el nivel medio”. El mismo intenta promover cambios en las estrategias didácticas en la escuela secundaria a partir de un abordaje multidisciplinario de diversos temas.

La experiencia:

En la primera etapa del proyecto se convocó a los docentes de Química, Física y Matemática de una escuela técnica de la ciudad de Santa Fe, de gestión público-privada, los que en conjunto con los investigadores eligieron desarrollar el tema “Agua y Electricidad” en forma multidisciplinaria y acordaron llevar adelante la experiencia con los alumnos que cursaban el 4° año de la terminalidad Técnico Químico que requiere de 6 años para la finalización de sus estudios.

A partir de disparadores como *¿El agua conduce la electricidad?, ¿La pureza del agua está relacionada con la capacidad para conducir la electricidad?, ¿Todas las sustancias y/o materiales son capaces de conducir la corriente eléctrica?, ¿Podés establecer alguna relación entre la capacidad de conducir la corriente y las características de las sustancias y/o materiales por las que circula?* se elaboró una propuesta educativa donde cada una de las ciencias aportaba elementos que permitieran a los alumnos comprender los conceptos involucrados y arribar a conclusiones pertinentes desde el punto de vista de la ciencia escolar.

Se planificaron tres momentos de intervención: una primera instancia en los laboratorios de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, a cargo de docentes de esta Casa de Estudios de cada área; una segunda, teniendo como responsables a los docentes de la Escuela Secundaria, donde se llevaron a cabo los “desafíos” planteados en la unidad didáctica en el laboratorio del establecimiento y por último, otro encuentro nuevamente en las instalaciones de la Facultad, para la discusión de los resultados y elaboración de conclusiones.

El primer encuentro tuvo una duración total de cuatro horas y se desarrolló en tres laboratorios: Física, Matemática-Informática y Química.

En el mismo fue posible abordar los siguientes contenidos: Corriente eléctrica, resistencia de un conductor. Ley de Ohm. Magnitudes directa e inversamente proporcionales. Concepto de función: función lineal. Unidades de medida. Cambio de unidades. Las funciones como modelo matemático. Importancia del agua para la vida. Tipos de aguas. Propiedades del agua. Agua y riesgo eléctrico. Concepto de electrolito y no electrolito.

Los contenidos a desarrollar se formalizaron en un cuadernillo donde los alumnos tomaban notas, contestaban las consignas, realizaban esquemas. Para las actividades experimentales los alumnos pudieron trabajar con un dispositivo diseñado especialmente por los docentes de la Universidad que participaron del proyecto. El mismo consistía en un tablero con una fuente que podía conectarse a diferentes focos y resistencias. El dispositivo permitía variar las conexiones entre los elementos del tablero mediante cables, con lo cual se podían armar diferentes circuitos. Junto al dispositivo se entregó a los alumnos un vaso de precipitado, dos electrodos y diferentes sustancias (sólidas y en solución acuosa).

El dispositivo, así como también los materiales e instrucciones para la fabricación de un conductímetro (Kats, 1994), fue entregado a los alumnos y docentes para que pudieran realizar en la escuela los “desafíos” indicados en el cuadernillo. Se pidió a los alumnos que completen las consignas y registren todos los datos y observaciones de las experiencias ya que serían analizados en el encuentro final en la universidad.

Evaluación de la propuesta

A los efectos de evaluar toda la propuesta, se realizaron encuestas a los profesores de la Escuela Secundaria y de la Universidad que la implementaron y a otros integrantes del Equipo de Investigación. Durante todo el tiempo que duró la intervención pedagógica se contó con la observación no participante de una investigadora externa a la UNL, que tomó nota de las relaciones de afectividad que se dieron entre los alumnos y profesores en el transcurso de la propuesta.

Por otra parte a los fines de conocer su opinión experta en lo conceptual-pedagógico sobre la propuesta, en general, y de las actividades, en particular se elaboraron cuestionarios para los profesores de la Escuela Secundaria. También se realizó el análisis de las producciones de los alumnos en sus cuadernillos de trabajo y se filmaron y analizaron todas las clases impartidas tanto en el ámbito de la Universidad como en el establecimiento educativo.

En esta comunicación se informan las primeras conclusiones, basándonos en la observación de sucesos, acerca del desempeño de los docentes de nivel universitario y de la escuela secundaria que llevaron adelante esta propuesta multidisciplinaria en las áreas química, física y matemática para el desarrollo del tema *Agua y Electricidad*.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

La filmación ha mostrado ser uno de los elementos que más información aporta al proceso de evaluación del desempeño docente (Millicic *et al.*, 2008). Por ello, en este trabajo se implementó una metodología de observación sistemática (Croll, 1995) de los videos de las diferentes clases desarrolladas en el marco del proyecto descripto *ut supra* y que estuvieron a cargo de docentes tanto del nivel universitario como de la escuela secundaria.

Partiendo de los objetivos de la investigación, se establecieron diferentes categorías de observación que se constituían en compartimientos estancos de situaciones o conductas observables que dieran cuenta del modelo didáctico imperante en la clase. En base a esto, se construyó una Guía de Observación (ver ANEXO I) que se aplicó a los diferentes videos mediante la técnica de registro de sucesos. Esto permitió consignar la situación o conducta cada vez que esta tenía lugar, permitiendo luego determinar la frecuencia de la misma. Una limitación de este procedimiento es que no permite constatar la duración de los sucesos ni su secuencia. Por ello, a los efectos de poder asociar a cada frecuencia con un momento determinado de la clase, se dividió el video en intervalos de tiempo, siendo cada uno de ellos observado y registrado por separado en las fases: inicial, media y final de la clase.

Con esta metodología, fueron observados 84 videos correspondientes a intervalos inicial, medio y final de siete clases, de Química, Física y Matemática, impartidas en el ámbito universitario y en la Escuela Secundaria, totalizando alrededor de 3 horas de filmación.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el ANEXO II, se muestran los resultados de la tabulación correspondiente a dos clases de Física, dos de Química y dos de Matemática desarrolladas en la Universidad y, una clase de Química en el Establecimiento de Enseñanza Media. Se resumen en él los siguientes ítems 1.1, 1.2, 1.6, 1.7, 1.10, 1.11, 1.13 al 1.16, 2.1, 2.2, 2.3, 2.5 al 2.8, 3.1, 3.2 y 4.1 de la Guía de Observación (Anexo I). Del total de cada filmación según consta en el Anexo II se observaron los momentos Iniciales (I), Medio (M) y Final (F) de cada clase, registrándose su duración y el número total de ocurrencia de cada ítem.

En forma muy general podemos observar que los docentes inician sus clases explicitando los objetivos y solo en algunos momentos recuperan los conocimientos previos y asignan tareas para cumplimentar con posterioridad al encuentro, hacen uso del pizarrón en las aulas universitarias no así en la escuela media. El desplazamiento del profesor no sigue una regularidad y formulan pocas preguntas sencillas. Hay una elevada frecuencia de preguntas complejas, exponiendo los resultados en concordancia con lo primero. En todas hay una escasa participación del alumnado (2.8) y solo responden a instancias del docente. En las clases de Química tanto de la universidad como en la Escuela secundaria trabajan más en equipo.

CONCLUSIONES

En esta investigación en el marco del CAI+D orientado y del trabajo de campo realizado hasta el momento, se pueden indicar las siguientes consideraciones:

Del análisis de las valoraciones del desempeño docente se infiere que tanto los docentes de la Escuela secundaria como los de la Universidad utilizan y aplican un modelo didáctico tradicional, con diferentes matices en los distintos momentos del desarrollo de la clase. Este modelo se visualiza claramente en los estilos de intervención, no así en la propuesta de actividades, porque la misma daría cuenta de un recorrido totalmente diferente. Estos resultados son similares a los encontrados en trabajos previos del grupo cuando se observó el

modelo didáctico subyacente en docentes de escuela secundaria al desarrollar una propuesta sobre el tema disoluciones (Ortolani, A. *et al*, 2009).

Se destaca en la intervención docente la prevalencia de preguntas de diferente complejidad. En general, las preguntas formuladas por el docente buscaban fomentar el pensamiento crítico y reflexivo en los alumnos, pero éstos las respondieron esporádicamente. En algunos casos, ante la falta de respuesta, el docente no volvió a repreguntar sino que directamente dió la respuesta, no dando a los alumnos el tiempo suficiente que permita la comprensión del problema y la búsqueda de la solución. Por otra parte, los alumnos realizaron escasas preguntas al docente y no participaron sin que el mismo lo requiriera. En estos aspectos podría estar influyendo una escasa propuesta de actividades concretas orientadas al desarrollo y estímulo del pensamiento crítico de los alumnos, pero consideramos que no es el caso, ya que la unidad didáctica fue diseñada a partir de preguntas disparadoras, basadas en fenómenos de la vida cotidiana y que invitaban a la reflexión y la discusión. Consideramos que muchas veces la planificación de la clase se basa en modelos didácticos que el docente no está en condiciones de utilizar, ya sea porque no está convencido de su eficacia, no los comprende o no tiene habilidades desarrolladas para su implementación

Otro aspecto a destacar tiene que ver con el trabajo en pequeños grupos. En la mayoría de las clases observadas, el docente procuró acompañar esta forma de distribución de los alumnos con una propuesta de actividades de carácter grupal que buscaba fomentar el trabajo cooperativo. En este sentido, pudo observarse que se incrementaba el intercambio comunicacional entre los alumnos y entre los alumnos y el docente. En general, el mismo se vio favorecido cuando se trataba del docente de Escuela Media, pudiéndose apreciar dificultades en la comunicación con el docente de la Universidad. Es destacable el hecho de que en la mayoría de los casos el docente intervino en el trabajo de los grupos sólo a pedido de los alumnos. En el marco de las actividades cooperativas, sería interesante indagar acerca de la mediación de los docentes en el trabajo de los pequeños grupos de alumnos, la naturaleza de la intervención, el requerimiento de los alumnos y la forma en que el docente satisface la necesidad, contribuyendo o no al éxito de este tipo de actividades.

Con respecto a la posibilidad de integración de contenidos, se infiere que deberían tratar de incluirse instancias de recapitulación para encontrar algunas relaciones sustantivas entre los contenidos de matemática, física y química respecto del tema en cuestión, de modo de consolidar una visión más unificada y amplia de la realidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Croll, P. (1995) La observación sistemática en el aula. Madrid. Ed: La Muralla.
- Denegri Coria, M. (2005) Proyectos de aula interdisciplinarios y reprofesionalización de profesores: un modelo de capacitación. *Estudios pedagógicos XXXI*, N° 1: 33-50.
- Izquierdo, Mercé, Sanmartí, Neus y Espinet, Mariona. (1999) Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 45-59.
- Katz, D.; Wiliis, C. (1994) Two Safe Student Conductivity Apparatus. *Journal of Chemical Education*, 71 (4) 330-331.
- Lemke, Jay L. (2006) Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5-12.
- Milicic, N.; Rosas, R.; Scharager, J.; García, M.; Godoy, C. (2008) Diseño, Construcción y Evaluación de una Pauta de Observación de Videos para Evaluar Calidad del Desempeño Docente. *Psyche*, 17(2) 79-90.

Ortolani, A.; Falicoff, C.; Odetti, H.; Domínguez-Castiñeiras, J.M. (2009) Modelo didáctico de profesores de enseñanza media de Química: análisis de casos en el desarrollo del tema Disoluciones (Santa Fe, Argentina) *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. “Enseñanza de las Ciencias en un mundo en transformación”, Barcelona, 843-849.

Seguel, X., Correa, M. & De Amesti, A. (1999) Pauta de observación de prácticas docentes. Estudio de sus características psicométricas. *Psyche*, 8(2), 103-110.

Stronge, J. (1997) *Evaluating teaching. A guide to current thinking and best practice*. London: Corwin Press, Inc.

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Nacional del Litoral por financiar el proyecto de investigación CAI+D orientado N° 5.41 y a los docentes y directivos de la Escuela secundaria EEMPI 8224 por permitirnos realizar esta experiencia.

ANEXO I

FECHA:	VIDEO:	N° de alumnos que aparecen:			
CLASE:	DURACIÓN:	OBSERVADOR:			
1 - EL DOCENTE					
1.1	Explicita los objetivos de la clase				
1.2	Hace referencia a conocimientos previos				
1.3	Hace referencia a fenómenos de la vida cotidiana				
1.4	Hace uso de analogías				
1.5	Utiliza ejemplos				
1.6	Incorre en errores conceptuales				
1.7	Recomienda bibliografía				
1.8	Recapitula los contenidos abordados				
1.9	Formula preguntas (S = sencillas, C = compleja, de reflexión)				
1.10	Formula preguntas y las responde él mismo (I = inmediatamente, X = luego de un lapso de espera)				
1.11	Repregunta				
1.12	Muestra inseguridad				
1.13	Dice definiciones				
1.14	Asigna tareas para realizar en el momento				
1.15	Asigna tareas para llevar a cabo con posterioridad al encuentro				
1.16	Hace uso de proyector multimedia				
1.17	Hace uso de pizarrón				
1.18	Se desplaza por el aula				
1.19	Hace demostraciones de manipulación de equipos				
2 - LOS ALUMNOS					
2.1	Formulan preguntas (D = dirigidas al docente, C = dirigidas a sus pares)				
2.2	Exponen respuestas o resultados				
2.3	Trabajan en equipo (una X por alumno)				
2.4	Manifiestan desinterés (una X por alumno)				
2.5	Escriben en sus cuadernos (una X por alumno)				
2.6	Manipulan el material de trabajo (una X por alumno)				
2.7	Conversan con sus pares (una X por conversación entablada)				
2.8	Participan espontáneamente, sin requerimiento del docente				
2.9	Se expresan mostrando inseguridad				
2.10	Se expresan mostrando seguridad				
3 - INTERACCIÓN DOCENTE - ALUMNOS					
3.1	El docente interactúa con los pequeños grupos de trabajo				
3.2	El docente interactúa con un alumno en particular (P = PRIVADO o CERCANO V = VOZ ALTA)				
3.3	El docente llama a los alumnos por su nombre				
3.4	Los alumnos llaman al docente				
4 - INTERDISCIPLINARIEDAD					
4.1	El docente hace referencia a conceptos de otra disciplina (F = FÍSICA, M = MATEMÁTICA, Q = QUÍMICA, B = BIOLOGÍA)				
4.2	El alumno hace referencia a conceptos de otra disciplina				

ANEXO II

		NÚMERO DE SUCESOS REGISTRADOS POR CATEGORÍA Y POR MOMENTO DE CADA UNA DE LAS CLASES																				
CLASE	MOMENTO	FÍSICA 1°			MATEMÁTICA 1°			QUÍMICA 1°			QUÍMICA ESCUELA			MATEMÁTICA 2°			FÍSICA 2°			QUÍMICA 2°		
		I	M	F	I	M	F	I	M	F	I	M	F	I	M	F	I	M	F	I	M	F
DURACIÓN DEL REGISTRO		43'26''			33'20"			40'4"			31'47"			32'32"			34'37"			28'35"		
1.1	Explicita los objetivos de la clase	1			1			1						1								
1.2	Hace referencia a conocimientos previos								1		2			1	1		4	1	3	2		
1.6	Asigna tareas para realizar en el momento	5	3	1	3		1	2	2		1				1		3	1		1	1	1
1.7	Asigna tareas para llevar a cabo con posterioridad al encuentro		1					1		5									1			
1.10	Hace uso de proyector multimedia				1	2		1	1					2		1						
1.11	Hace uso de pizarrón	4	4	4	2	2	1		3					4	6	3	6	5	3	6		3
1.13.	Se desplaza por el aula				3	1	2	2	1	2					2				2	2		1
1.14	Formula preguntas sencillas	1	3	4	3	0	0	5	4	1	2	0	2	0	2	1	3	1	2	0	0	0
	Formula preguntas complejas	0	3	4	2	6	5	8	7	5	13	1	1	18	17	9	10	2	11	5	7	3
1.15	Formula preguntas y las responde él mismo inmediatamente	0	0	2	2	0	1	0	1	1	1	0	0	5	3	0	6	0	4	2	0	1
	Formula preguntas y las responde él mismo luego de un lapso de espera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
1.16	Repregunta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	3	0	1	1	0	0	0
2.1	Formulan preguntas dirigidas al docente	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	Exponen respuestas o resultados	0	3	4	2	7	4	13	4	6	10	0	1	14	12	7	8	4	10	5	8	4
2.3	Trabajan en equipo	1	0	0	0	0	0	3	9	4	3	10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2.5	Escriben en sus cuadernos	17	16	6	4	4	10	20	4	8	13	0	0	2	0	0	0	1	3	0	0	0
2.6	Manipulan el material de trabajo	12	11	10	1	2	2	0	0	0	0	16	17	0	0	0	0	0	0	0	4	6
2.7	Conversan con sus pares	5	10	1	1	4	6	7	9	5	6	4	7	4	7	2	5	4	3	0	2	5
2.8	Participan espontáneamente, sin requerimiento del docente	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	2	0	1	2	1	0	1	1	0
3.1	El docente interactúa con los pequeños grupos de trabajo	2	10	5	0	1	0	0	4	1	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	El docente interactúa con un alumno en particular en privado	1	0	0	1	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2	El docente interactúa con un alumno en particular en voz alta	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0
4.1	El docente hace referencia a conceptos de otra disciplina	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2	1	1	0	0	2	1	0	0
DURACIÓN DE LA OBSERVACIÓN		14'18"	18'5''	11'3"	13'25"	11'44"	8'11"	14'28"	12'10"	13'26"	11'43"	5'55''	14'9"	10'11"	10'6"	12'15"	12'55"	9'1"	12'41"	11'29"	6'26"	10'40"

I = INICIAL, M = MEDIO, F = FINAL

xplorehealth.eu

Experiencia piloto en España

Carlos de Paz (1), Patricia Barciela (2), Luís José Míguez (1), María Luisa Castiñeira (3), Francisco Dávila (4), José Viñas (5), María Jesús Fuentes (6)

(1) IES "A Sardiñeira" (A Coruña); (2) Domus (A Coruña); (3) IES "Maximino Romero de Lema", (Baio, A Coruña); (4) IES "Moncho Valcarce" (As Pontes, A Coruña); IES "David Buján" (Cambre, A Coruña); IES "Monte Castelo" (Burela, Lugo).

E-mail: cdepaz@edu.xunta.es.

RESUMEN

Sobre la experiencia desarrollada en las cinco escuelas-piloto de España, se presenta el portal educativo xplorehealth.eu, cuya doble intención es despertar vocaciones científicas y estimular el interés por los conocimientos científico-técnicos de la población en general.

Palabras clave

Ciencia, salud, educación, divulgación, enseñanza, aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

Como indican Nieda & Maceda (1997) "la adquisición de una metodología basada en el cuestionamiento científico, en el reconocimiento de las propias limitaciones, en el juicio crítico y razonado, debe insertarse en todo proyecto de desarrollo de la persona y colaborar en la formación de un ciudadano capaz de tomar sus propias decisiones, ya que prepara y favorece una actitud crítica, razonable"

La escuela juega un modesto papel en la formación, bastante inferior al de los medios de comunicación, la familia y los amigos (Vázquez y Manassero, 2009). Internet como fuente de conocimiento es ya una realidad. Un barómetro muy utilizado para medir el impacto de un tema es el número de solicitudes que genera en los principales motores de búsqueda. Los estudiantes, y la población en general, trata de resolver sus necesidades de información de forma autónoma usando la red.

Por otro lado, *los nuevos modelos de éxito restan estudiantes a las ciencias* (Ruíz de Elvira, 2011) y algunas voces destacadas alertan sobre el indeseable descenso de las vocaciones científicas (EuropaPress, 2011). Una evidencia que han captado distintas instituciones que, entendiendo la importancia que tiene una cultura científica de base, se esfuerzan en ofrecer alternativas que despierten el interés por las ciencias. En este sentido es destacable el papel de la European Schoolnet, con un número considerable de programas y proyectos encaminados a este fin.

La participación como escuelas piloto en un programa para el desarrollo de un portal educativo supone a un tiempo un reto y una gran oportunidad. Para el profesorado, no sólo permite conocer el estado de nuestro sistema educativo, en comparación con otros de nuestro entorno, sino también el descubrimiento de los parámetros a valorar en el desarrollo de nuevas estrategias en procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente

aquellas vinculadas a las TIC. Para los estudiantes, más allá de la posibilidad de aprender con técnicas innovadoras, supone una gran motivación el sentirse partícipes, con sus opiniones, en el desarrollo de un portal educativo de carácter transnacional centrado, además, en la aplicación del método científico en el marco de la salud.

DESCRIPCIÓN

Xplore Health se desarrolla mediante un consorcio europeo coordinado por el Parc Científic Barcelona¹, e integrando también al Centre of the Cell², ubicado en el marco de la Universidad de Londres, así como dos redes europeas que coordinan las actividades presenciales: European Schoolnet³, que engloba más de 30.000 escuelas de más de 30 países, y European Network of Science Centres and Museums (ECSITE⁴) que engloba más de 400 instituciones. Su principal objetivo es aumentar la conciencia y el interés de los estudiantes en Ciencias de la Salud y sus aspectos éticos, legales y sociales.

Actualmente 5 museos y 20 centros educativos de 4 países (Reino Unido, Francia, Polonia y España) están trabajando en el marco de una experiencia piloto. Los museos, de prestigio internacional, son el Centre for Life de Newcastle⁵ y el At Bristol⁶, ambos del Reino Unido, el Copernicus⁷ de Varsovia (Polonia), el Jardin des Sciences⁸ de Estrasburgo (Francia) y la Domus⁹ de A Coruña (España). En España, los centros educativos que actúan en calidad de escuelas-piloto, coordinados por los autores de este artículo son: el IES “Monte Castelo” de Burela (Lugo) y los IES “David Buján” de Cambre, “Maximino Romero de Lema” de Baio (A Coruña), “Moncho Valcarce” de As Pontes (A Coruña) y “A Sardiñeira” de A Coruña, todos en la provincia de A Coruña.

Organización

Para su desarrollo, el portal se ha estructurado en módulos cuya publicación se realiza progresivamente a lo largo del primer período del proyecto, iniciado en octubre de 2010. En el momento de redactar la presente nota los módulos disponibles son:

- Cómo se desarrollan los fármacos
- La revolución biotecnológica
- El cáncer de piel al descubierto
- Hacia un mundo sin malaria.

Se encuentran en fase de preparación otros tantos módulos sobre Obesidad, VIH/SIDA, Genómica y Salud Mental.

Todos los recursos del portal son traducidos, o subtítulos en el caso de los vídeos, a cinco lenguas (catalán, español, francés, inglés y polaco) seleccionables desde la página

¹ <http://www.pcb.ub.edu/>

² <http://www.centrefthecell.org/>

³ <http://www.eun.org/>

⁴ <http://www.ecsite.eu/>

⁵ <http://www.life.org.uk/>

⁶ <http://www.at-bristol.org.uk/>

⁷ <http://www.kopernik.org.pl/en/>

⁸ <http://jardin-sciences.unistra.fr/>

⁹ <http://mc2coruna.org/domus/>

principal del portal.

Herramientas de aprendizaje

Los recursos disponibles en el portal se organizan en cuatro grandes bloques:

- **Mira.** En el que se aportan vídeos de corta duración ideal para su uso en el aula. Contribuyen a la introducción de los temas a tratar desde diferentes perspectivas. Tratan de situar la problemática de cada módulo presentando los diferentes intereses que, en ocasiones, se contraponen. Su misión puede ser doble, aportando información y contribuyendo al establecimiento de debates. Además, en algunos vídeos se presentan otros proyectos europeos relacionados con la temática del módulo correspondiente.
- **Juega.** Algunos conceptos son introducidos a través de juegos en los que los protagonistas son diferentes objetos o conceptos relacionados. Se pretende atraer la atención de los estudiantes sobre determinados procedimientos a través de la metáfora propuesta en el juego.
- **Experimenta.** Uno de los potenciales más interesantes de las TIC es la posibilidad de implementar la interacción. En este sentido, las herramientas experimenta del portal xplorehealth permiten al usuario ir progresando a su ritmo a lo largo de protocolos experimentales, mientras interactúa con diferentes elementos propios de los laboratorios. Esta es otra de las ventajas del portal. Se pretende aproximar ambientes que difícilmente se pueden observar en un centro de estudios de secundaria y ampliar las posibilidades de una visita real al integrar la manipulación, la toma de decisiones y, en definitiva, la experimentación.
- **Decide.** Otro de los puntos fuertes de xplorehealth es la incitación a la participación activa a través de la opinión y el debate. Los aspectos éticos y sociales juegan un papel preponderante en todo el portal y se les presta una atención especial. Fomentar el debate social es uno de los objetivos principales del programa.

Recursos para educadores

Teniendo en cuenta que la población diana está comprendida entre los 12 y los 19 años, con especial implicación en la franja de edad correspondiente a la última etapa de la enseñanza secundaria obligatoria y al bachillerato, el portal provee de herramientas especialmente dirigidas a educadores. Dichos recursos facilitan la tarea de organizar actividades en torno a las herramientas de aprendizaje accesibles en el portal. Se encuentra aquí documentación lista para ser usada. Destacan los protocolos de laboratorio, completos, detallados y debidamente ilustrados. También son de gran interés los juegos de diálogo; dotados de cartas con textos, que permiten la introducción de los parámetros implicados en el establecimiento del mismo, y fichas de ampliación de conocimientos sobre los aspectos tratados, favorecen la toma de decisiones en base a datos concretos y contrastados. Con todo este arsenal de recursos, el portal persigue un objetivo bien definido: proveer de las herramientas necesarias para aumentar el interés de los jóvenes de entre 12 y 19 años de edad por las Ciencias de la Salud.

Desarrollo de la experiencia piloto

Las escuelas-piloto y los museos de referencia tienen la responsabilidad de trasladar las herramientas del portal a un entorno real. Se trata de comprobar la validez de las mismas como objetos de aprendizaje, de verificar si su utilización genera o no conocimiento.

Existe un programa de evaluaciones establecido y perfectamente planificado, común para todos los países implicados en el proyecto. Con él se pretende cubrir todo el abanico de herramientas disponibles. Se buscan patrones de respuesta, indicadores de la bondad de cada tipo de herramienta y de su relación con distintas franjas de edad o niveles educativos. Cada vez que una herramienta es puesta en práctica, las escuelas-piloto envían formularios de evaluación al coordinador nacional quien, a su vez, los remite a una entidad evaluadora (Boost Education¹⁰, Reino Unido). De manera similar, los responsables de cada museo de referencia envían cuestionarios de evaluación cuando se organizan actividades de tipo “open-lab”. El estudio estadístico resultante se complementa con la información recabada en una entrevista que, para cada módulo, se realiza al coordinador nacional, que actúa como antena de información entre las escuelas-piloto y la entidad evaluadora. Con dicha entrevista se pretenden cubrir aspectos de diversa índole, siempre encaminados a valorar la capacidad del portal para alcanzar los objetivos del proyecto. En primer lugar, se aborda la idoneidad de las actividades desde una perspectiva pedagógica. Se recaban datos subjetivos sobre la facilidad o dificultad de uso de las herramientas en relación con los niveles educativos y sobre las posibilidades de implementación de las mismas en relación con el currículo. En segundo lugar se indaga sobre la aceptación de cada módulo y sus herramientas concretas por parte del alumnado, del nivel de interés despertado y de la sensación que perdura en ellos tras su utilización. Se aborda también lo referente al desarrollo mismo del proyecto, concretamente a los aspectos organizativos centrados en el planteamiento, la temporalización y la coordinación de eventos. El último apartado de la entrevista se centra en la usabilidad del portal educativo.

CONCLUSIONES

Xplore Health se presenta como una alternativa de alto interés para la enseñanza-aprendizaje sobre investigación biomédica de vanguardia que ofrece innovadoras actividades presenciales y herramientas multimedia a los jóvenes a través de Internet, a los centros de enseñanza y a museos de Ciencia.

La participación de centros educativos en calidad de escuelas piloto supone una experiencia altamente motivadora que contribuye a la formación tanto de profesores como alumnos en un marco de colaboración transnacional.

BIBLIOGRAFIA

EUROPAPRESS (19.08.2011). El matemático Cédric Villani alerta del descenso de vocaciones científicas entre los jóvenes europeos. 20minutos.es. Consultado el 22 de marzo de 2012 desde: <http://www.20minutos.es/noticia/1137038/0/>

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. National Research Council, ISBN: 0-309-54985-X. Consultado el 22 de marzo de 2012 en: <http://www.nap.edu/catalog/4962.html>.

¹⁰ <http://www.scienceandhumanities.co.uk/>

Nieda, J. & Beatriz Macedo. (1997). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. OEI - UNESCO/Santiago. ISBN 84-7666-079-0. Consultado el 22 de marzo de 2012 en: <http://goo.gl/jhnep>.

Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2009). *Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria*. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 11 (1). Consultado el 22 de marzo de 2012 en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/155/15511137003.pdf>

Ruíz de Elvira, Malen, 2011. *Los nuevos modelos de éxito restan estudiantes a las ciencias*. Educación en valores, educación para el desarrollo. Consultado el 22 de marzo de 2012 en: <http://www.educacionenvalores.org/spip.php?article2039>

Percepción de la Ciencia y la Tecnología en la Juventud del País Vasco 2011. Cátedra de Cultura Científica. Gobierno Vasco. 2011. Consultado el 22 de marzo de 2012 en: <http://goo.gl/YGHrs>

Obstáculos en el aprendizaje de modelos atómicos: pensando el uso de modelos

Pessanha, M.¹, Couso, D.², Pietrocola, M.³

1- Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. pessanha@usp.br

2- Departament Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona. digna.couso@uab.es

3- Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. mpietro@usp.br

RESUMEN

En este trabajo presentamos y discutimos algunos de los resultados preliminares de una investigación que sigue en curso, sobre la enseñanza de conceptos de Física Moderna y Contemporánea en la educación secundaria. Basados en las ideas de Bachelard, y en una adecuación de estas al contexto educacional, analizamos el papel de los obstáculos epistemológicos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en particular en situaciones que usan simulaciones computacionales. Para ello observamos dos situaciones de enseñanza y aprendizaje en que se discuten, entre otras cuestiones, los modelos atómicos de Thomson y Rutherford, y la interpretación del experimento de Rutherford. Posteriormente analizamos dos de las imágenes utilizadas en las clases (provenientes de una simulación común para el estudio de esta temática), buscando identificar posibles obstáculos que podrían emerger en su uso, así como la forma como podrían ser superados. Los resultados y discusiones presentados en este trabajo son iniciales, y parte de una investigación más extensa, que aún está siendo desarrollada. Sin embargo, los resultados obtenidos y los análisis realizados mostraron una necesidad de reconocimiento y superación de los obstáculos como medio de desarrollo del aprendizaje, y la adecuación de algunas de las ideas de Bachelard para pensar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave

Modelos, analogías, imágenes, física moderna, modelo atómico

INTRODUCCIÓN

La física abarca el estudio de los fenómenos presentes en el universo que nos rodea. Desde el arco iris hasta el movimiento orbital de los electrones, las teorías físicas refuerzan la comprensión humana de los fenómenos que participan en el mundo, del microcosmos al macrocosmos. Por un lado, los llamados conceptos científicos clásicos pueden entenderse como un refinamiento o evolución conceptual de las ideas presentes en el conocimiento de sentido común. En cierto modo, las entidades clásicas se construyen a partir de objetos presentes en un mundo sensible: la partícula, onda, espacio, tiempo, energía, etc. Por otro lado, sin embargo, los conceptos físicos presentes en las teorías modernas y contemporáneas no tienen referentes en el mundo cotidiano, y en la mayoría de los casos están relacionados con fenómenos que sólo pueden ser reproducidos con el uso de equipos muy sofisticados. En consecuencia, los conceptos de la Física Moderna y Contemporánea (FMC) rompen con las ideas del cotidiano. Más que eso, inducen a

ideas contra-intuitivas que van más allá del entendimiento humano básico forjado en la vida cotidiana. Las entidades presentes en la Física Moderna y Contemporánea se construyen en contra del sentido común: la reducción de masa, la cuantificación de la energía, las partículas virtuales, la curvatura del espacio, etc., son entidades que gozan de características especiales y con propiedades y comportamientos muy diferentes de los objetos que pueblan el mundo cotidiano.

A pesar de que la física moderna no pertenece al mundo de los estudiantes directamente, muchas situaciones cotidianas implican elementos que se pueden interpretar mejor si se utiliza la fenomenología y las entidades involucradas en la Física Moderna y Contemporánea, siendo por ello parte del currículum de los estudiantes de enseñanza post-obligatoria en España (bachillerato). El problema fundamental en este contexto se encuentra en la manera de poner dichas entidades y fenomenologías al alcance de los estudiantes. En otras palabras, hay que ofrecer caminos para superar las dificultades de la representación y la característica contra-intuitiva de los conceptos de FMC.

El uso de modelos analógicos y analogías se presenta en la literatura como una posibilidad. Estos son representaciones del objeto de estudio, permitiendo una mejor visualización y percepción de los fenómenos involucrados para así actuar como facilitadores del aprendizaje. Sin embargo, como representaciones del objeto, pueden al mismo tiempo actuar como obstáculos del aprendizaje.

La investigación que aquí se presenta consiste en un estudio sobre los obstáculos con el aprendizaje que surgen a través de la utilización de modelos analógicos y analogías en la enseñanza de los conceptos de la física moderna y contemporánea, específicamente sobre los modelos atómicos de Thomson y de Rutherford, en una situación de enseñanza y aprendizaje concreta. Con ello, buscamos identificar algunas de las formas en que los diversos obstáculos que surgen son superados, y proponemos otras formas en cómo se podrían superar.

La física moderna en la educación secundaria: los aceleradores de partículas

La introducción de los conceptos de física moderna y contemporánea en la educación secundaria ya se ha discutido por algunas décadas (Knecht, 1968; Marx, 1975; Solbes, 1987; Gil Pérez et al, 1989). En la literatura hay muchas razones ya expuestas para esta inserción, y aunque no vamos en este trabajo nos dedicar a exponerlas, creemos que estas razones son suficientes para afirmar que esta inserción ya es algo indiscutible.

En el mundo contemporáneo o en la sociedad del conocimiento, los logros científicos son publicados en los medios de comunicación y fácilmente accesibles para los estudiantes. Los temas de ciencia moderna están altamente presentes en los medios de comunicación científicos, en las películas de ciencia ficción, o en Internet. Recientemente, a raíz de los últimos avances del llamado LHC (Large Hadron Collider), los aceleradores de partículas han sido un tema destacado y cuestiones tales como “¿Que hacen los aceleradores de partículas?”, “¿Por qué construir aceleradores de partículas?” no son infrecuentes. En las clases de Física, hablar sobre el LHC o de los aceleradores de partículas de forma más general, e intentar explicar su funcionamiento y características involucradas, resulta un contexto útil y común para la introducción de un conjunto de conceptos abstractos, tales como los modelos atómicos y las partículas elementales, entre otros.

Sin embargo, y como hablamos anteriormente, si los conceptos de FMC (como el de partículas elementales) son vinculados a los fenómenos que sólo pueden ser

reproducidos con el uso de equipamiento sofisticado, si son conceptos los cuales no tienen relativos en el mundo cotidiano, y si son contrarios a la intuición, una cuestión que surge inevitablemente cuando pensamos en la enseñanza de estos conceptos es como tornar estos conceptos accesibles a los estudiantes. Una posibilidad que surge, y que según Oliva et al (2001) son parte del repertorio habitual de recursos que los profesores utilizan a la hora de explicar ciencias, es el uso de analogías.

Modelos analógicos y analogías

Un modelo es una representación que hace uso de imágenes, analogías y metáforas para ayudar al sujeto (estudiante o científico) a visualizar y entender un determinado objeto de estudio, que puede presentarse como difícil de entender, complejo y abstracto, y / o con algún tamaño de percepción inaccesible (Duit, 1991; Pozo; Gómez-Crespo, 1998).

En este trabajo se definen como modelos analógicos las representaciones de un objeto de estudio que se basan en analogías, como en el caso de las simulaciones por ordenador. Un modelo analógico tiene muchos elementos que son conocidos por el sujeto de forma que, por relaciones analógicas, puede ayudar a entender el objeto o fenómeno "modelado". Las relaciones de semejanza o igualdad entre el modelo analógico (estructura conocida) y el objeto o fenómeno modelado (objeto de estudio) son generalmente relaciones de analogía. Una forma simplificada que busca representar esta relación de analogía es presentada en la Figura 1:

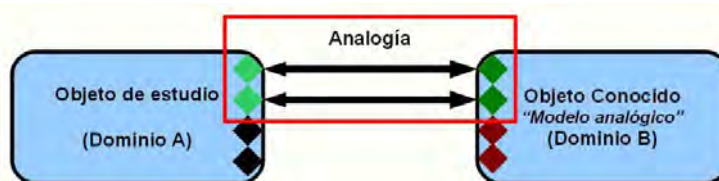


Figura 1. Representación de la relación analógica entre los objetos de estudio y conocido

Para Gardner (1995) las analogías son inherentes al pensamiento humano, y el individuo, desde sus primeros años, las utiliza como un mecanismo cognitivo para entender el mundo. Así, es posible decir que el pensamiento analógico es una forma humana de pensamiento que conduce el aprendizaje.

No hay solamente razones pedagógicas y relacionadas con el aprendizaje para el uso de los modelos analógicos y analogías en el aula de ciencias. La modelización de los fenómenos físicos es uno de los componentes básicos del desarrollo de la ciencia (BUNGE, 1974), y el uso de los modelos analógicos, así como también el estudio de estos, colabora para el alfabetización científica de los estudiantes. En esta actividad, los modelos analógicos tienen un papel importante.

Creemos que el uso de modelos analógicos y analogías puede facilitar la comprensión del objeto de estudio. Sin embargo, como ya hemos hablado, inevitablemente el modelo no coincide con el objeto en su totalidad. Algunas de las características del objeto de estudio se dan prioridad a la hora de diseñar el modelo analógico, pudiendo ser representadas en el modelo analógico cómo prácticamente idénticas, mientras otras características del objeto de estudio son solamente similares a las del modelo analógico, y otras totalmente diferentes entre el modelo analógico y el objeto de estudio. Por tanto, y aunque los modelos analógicos y las analogías pueden ayudar en la comprensión de algún contenido que requiera una gran abstracción o dificultad, estos mismos modelos analógicos pueden contribuir para una comprensión incorrecta o facilitar la no comprensión.

La visión de Bachelard

El filósofo de la Ciencia Gastón Bachelard, en la primera mitad del siglo XX, ya discutía el uso de los modelos en la ciencia. Específicamente sobre el uso de las imágenes, decía que la ciencia se convierte en una víctima de la metáfora, y argumenta que el espíritu científico debe siempre luchar contra las imágenes, contra las analogías, y contra las metáforas (Bachelard, 1938).

No obstante, Bachelard no sostiene la imposibilidad de uso de metáforas e imágenes, sino que dice que la razón no puede acomodarse a ellas, y debe estar lista para desmontar cuando el proceso de construcción del conocimiento científico así lo requiera (Lopes, 1996). En este sentido, Bachelard acepta el uso científico de las analogías y metáforas, pero les confiere un carácter efímero, que tiene que ser revisado y superado.

El argumento de Bachelard está basado en la noción de obstáculos epistemológicos, que el mismo propuso. Los obstáculos epistemológicos serían las dificultades del razonamiento en la superación de formas preestablecidas de conocimiento, y por lo tanto pueden causar estancamiento o la regresión del desarrollo científico. Para Bachelard, el uso de imágenes, metáforas y analogías permite el surgimiento de obstáculos epistemológicos. Sin embargo, Bachelard resalta que el reconocimiento y la superación de estos obstáculos es lo que lleva a un desarrollo científico. Por lo tanto, para el autor los obstáculos son a la vez los motores y los frenos del pensamiento científico.

Bachelard (1938) define algunos tipos de obstáculos. Un ejemplo es la "primera experiencia", que consiste en sustituir el contacto más directo y la observación del objeto buscando una explicación para él, por una apreciación del objeto. Otro ejemplo de los obstáculos es el "conocimiento unitario", que al considerar el todo como una unidad, se intenta explicar desde una parte el todo u otra parte de un conjunto. Un último ejemplo de obstáculo que se destaca es el "verbal", que se refiere al uso de la palabra en lugar de la explicación, convirtiéndose así, en una explicación falsa. En este trabajo, adaptamos la idea de obstáculos epistemológicos de Bachelard para investigar el uso de los modelos y analogías en la enseñanza de conceptos de partículas elementales. Así como ya ha realizado uno de los autores, (Pietrocola, 2008), ampliamos la noción de Bachelard de obstáculo epistemológico y abarcamos cualquier dificultad en el proceso de enseñanza y aprendizaje relacionados con el acto de conocer. Además, entendemos la superación de estos obstáculos como una forma en la cual ocurre el aprendizaje.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación consistió en observar y analizar dos clases de física de segundo de bachillerato en la que fueron utilizados modelos analógicos y analogías en la enseñanza de los conceptos relacionados con el interior de la materia, los modelos atómicos, las partículas elementales, y los aceleradores de partículas.

Las clases son parte del proyecto Revirⁱ, desarrollado por el Centro de Investigación para la Educación Científica y Matemática (CRECIM) de la Universidad Autónoma de Barcelona, y enmarcado en el proyecto COMPECⁱⁱ. El proyecto Revir (Realidad-Virtualidad) consiste en ofrecer al alumnado y al profesorado de secundaria de Cataluña sesiones de trabajo experimental en un laboratorio informatizado en la propia universidad. Las sesiones se diseñan de acuerdo a criterios didácticos, se pilotan con alumnos y se analizan críticamente para su mejora, de forma iterativa y en función de resultados de aprendizaje y otros factores. Además, estas sesiones se utilizan como

escenarios para el desarrollo de investigación didáctica concreta, como en el caso de esta investigación en el uso de modelos analógicos.

Las sesiones REVIR analizadas tenían el objetivo de ayudar a la comprensión de conceptos de partículas elementales partiendo de una discusión sobre el porqué se intenta conocer el interior de la materia, pasando por la discusión histórica de los modelos atómicos, y llegando hasta la discusión sobre el acelerador de partículas ALBA. En este trabajo discutimos solamente el momento de las clases en que se intentó la superación del modelo atómico de Thomson desde la discusión del experimento de Rutherford. Cada una de las dos situaciones consistió en clases de aproximadamente 4 horas de duración. Los estudiantes que participaron de las clases son de Bachillerato (Ciencias y tecnología) con edad entre 16 y 17 años, del año lectivo 2011-2012.

La recogida de datos se realizó mediante registro en video de las sesiones. Como el instrumento de recolección de datos se utilizó también un cuaderno de campo. Los obstáculos que se presentaban, así como aquellos que podrían surgir dependiendo de cómo los modelos se utilizaron, fueron registrados. También se registró las formas como los obstáculos fueron superados.

METODOLOGÍA

La metodología de este estudio es de carácter cualitativo e interpretativo. El análisis de datos consistió en la identificación y categorización de los obstáculos epistemológicos registrados u observados en las dos sesiones de aula. Esta categorización se hizo de acuerdo a la tipología de obstáculos epistemológicos de Bachelard, pero no se limitando a esta clasificación.

Posteriormente, cada caso de obstáculo epistemológico identificado se ha relacionado con las dificultades de aprendizaje identificadas en los estudiantes, también registradas y analizadas. En la sección de resultados presentamos la discusión de dos ejemplos de estos obstáculos epistemológicos, describiendo el contexto de aparición, su naturaleza y las propuestas que hacemos para la superación de los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El caso de la dificultad de lectura e interpretación de la pantalla en el experimento de Rutherford

El primer obstáculo epistemológico que identificamos está relacionado con la imagen de la Figura 2, que es una representación del experimento de Rutherford disponible en una simulación por ordenador muy usada para la enseñanza de este experimento (KCVS, 2010a).

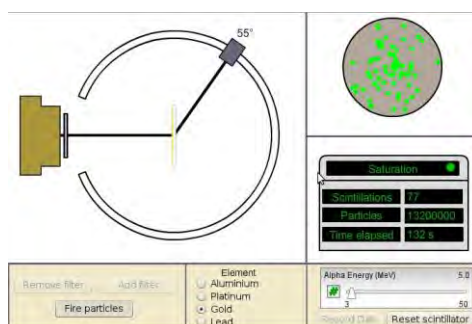


Figura 2. Imagen de la simulación representando el experimento de Rutherford

En la primera sesión del Revir pudimos observar como numerosos estudiantes afirmaban, tras utilizar la simulación, que el experimento de Rutherford demostraba que el modelo propuesto por Thomson era correcto.

La observación del diálogo de los estudiantes entre sí y con los profesores de la sesión mostraba que el error era debido a que el círculo que representa la pantalla en el experimento de Rutherford (arriba a la derecha) no era interpretado por los alumnos como una representación del momento en que las partículas alfa se encontraban con el material fluorescente, sino que relacionaban la representación de la pantalla con una posible visualización del átomo (un modelo de pudding de pasas). Así, los puntos observados en el interior del círculo fueron comprendidos como los electrones, y el círculo como el propio átomo según el modelo de Thomson.

En este caso, el obstáculo está en una búsqueda del pensamiento, por lo que él ya conoce. El pensamiento, en este caso la interpretación del experimento, está anclado en lo conocido y no permite una superación de lo conocido. Aunque no encontramos en Bachelard un tipo específico de obstáculo epistemológico en que este pudiese ser clasificado, esto sería un obstáculo epistemológico según la noción más amplia que consideramos en este trabajo, pues es una dificultad relacionada con el acto de conocer

Este error de comprensión es, de cierta forma, resultado de un entendimiento incorrecto del aparato experimental y la falta de apoyo a los estudiantes en la "lectura" de la simulación. Su superación, por tanto, pasa por la comprensión de que la pantalla, en la realidad, es una representación del encuentro de las partículas con el material fluorescente de la muestra y no una observación directa del átomo.

Obstáculo del conocimiento unitario: La imagen del modelo atómico de Rutherford reforzando el modelo de Thomson

Entre las imágenes utilizadas en las sesiones estaba la representación de los desvíos de partículas alfa cuando son lanzadas en la dirección de los núcleos atómicos, según el modelo atómico de Rutherford. Esta imagen era generada por una simulación por ordenador (KCVS, 2010b) utilizada por los estudiantes (Figura 3).

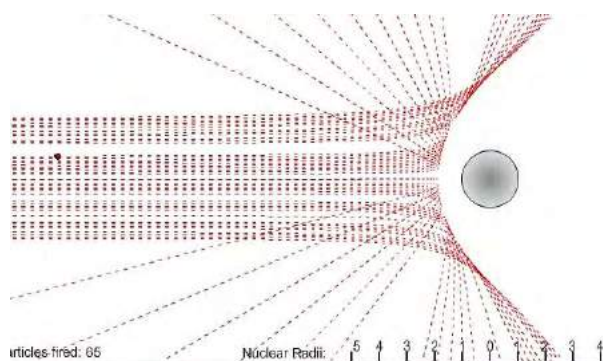


Figura 3. Imagen de la simulación representando los desvíos de partículas alfa en el modelo atómico de Rutherford.

Uno de los puntos involucrados en el experimento de Rutherford es que las partículas alfa sufren desviaciones con grandes grados, pero que la gran mayoría de las partículas seguiría su trayectoria con grados de desviación pequeños o nulos. El modelo analógico que presenta la simulación, sin embargo, al representar uno sólo núcleo (y átomo), llevaría a la percepción de que ninguna partícula alfa seguiría su movimiento después de la interacción con el átomo. Esta observación podría no solamente refutar el modelo atómico de Rutherford (más adecuado que el modelo de Thomson), sino que también

podría reforzar el modelo atómico de Thomson, pues este sería visto como más adecuado según los resultados experimentales del experimento de Rutherford que presenta la simulación o modelo analógico.

En las sesiones Revir con alumnos, de hecho, se observó que los alumnos predecían que la mayor parte de las partículas rebotaban en el átomo, y al comparar su predicción con los resultados de la imagen 3, no comprendían porque la predicción era considerada incorrecta.

Por tanto, como en el caso anterior, afirmamos que esto es también un obstáculo epistemológico pues él impide el pensamiento de superar a si mismo. Es un obstáculo que no sólo puede llevar a la reafirmación de un modelo, pero también a una comprensión inadecuada de un nuevo y mejor modelo que es presentado. Este obstáculo consiste en una extrapolación, en que partiendo de una visión reducida se intenta interpretar el todo. Como en el obstáculo del conocimiento unitario de Bachelard, el desarrollar del pensamiento es bloqueado por una comprensión unitaria de un todo, en que la explicación para el pequeño debería explicar el grande (el todo).

La superación de este obstáculo debería implicar un cambio en la imagen de forma que se pasara a representar no solamente un átomo, sino un conjunto de átomos. Así sería posible reconocer dos de las características principales del experimento de Rutherford: que la gran mayoría de las partículas sólo sufre pequeños desvíos, y que muy pocas partículas sufren desvíos muy grandes, siendo esto último justamente una importante limitación del modelo de Thomson.

Algo importante a destacar es que los obstáculos no surgen por las imágenes en sí, sino por la forma en como se utilizan las imágenes. Son en las analogías entre los modelos analógicos entre el experimento real (histórico) y la comprensión de los alumnos de este experimento que emergen los obstáculos. Aunque las imágenes puedan potenciar la ocurrencia de un obstáculo, este puede constituirse como tal sólo si la situación de uso es favorable a esto. Por ejemplo, esta representación de un único núcleo atómico de la figura 3, puede ser adecuado en un momento más avanzado de la discusión de los modelos atómicos para entender lo que pasa en la interacción entre partículas alfa y núcleos, pero creemos que utilizarlo como medio de interpretación del experimento de Rutherford no resulta adecuado.

CONCLUSIONES

Las ideas de Bachelard, aunque surgidas desde la primera mitad del siglo XX, y en el ámbito de la filosofía de las ciencias, pueden ser utilizadas para pensar la enseñanza de las ciencias hoy en día y presentan una especial utilidad a la hora de analizar la calidad de los modelos analógicos y las analogías que se utilizan en el aula de ciencias.

En este trabajo, por ejemplo utilizamos la noción de obstáculo epistemológico de Bachelard de modo más amplio, y consideramos la superación de los obstáculos como una de las formas de ocurrencia del aprendizaje. Los resultados y discusiones presentados en este trabajo son iniciales, y parte de una investigación más grande, que aún está siendo desarrollada. Sin embargo, los resultados obtenidos y los análisis realizados muestran una necesidad de reconocimiento y superación de los obstáculos como medio de desarrollo del aprendizaje.

Pretendemos, como acciones futuras, profundizar en la noción de obstáculo en el contexto de la enseñanza mediante el uso de modelos analógicos y analogías, y

profundizar el entendimiento de como esta noción está muy cerca del desarrollo del aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Bachelard, M. (Ed.). (1938). *A formação do Espírito Científico*. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto.

Bunge, M. (Ed.). (1974). *Teoria e Realidade*. São Paulo, SP: Perspectiva.

Duit, R. (1991). The role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.

Gardner, H. (Ed.). (1995) *Inteligências Múltiplas: A teoria na prática*. Porto Alegre-RS: Artes Médicas.

Gil-Pérez, D., Senent, F.D. & Solbes, J. (1989) Física Moderna en la enseñanza secundaria: una propuesta fundamentada y unos resultados, *Revista Española de Física*, 3(1), 53-58.

KCVS, (2010a). *Rutherford Scattering*, Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde http://www.kcvs.ca/site/projects/physics_files/rutherford/historical_scattering2.swf

KCVS, (2010b). *Up Close Rutherford Scattering*, Último acceso el 20 de marzo de 2012, desde http://www.kcvs.ca/site/projects/physics_files/rutherford/scattering2.swf

Knecht, W. (ed). (1968). *New trends in physics teaching (1965-1966)*, v.1, Paris: UNESCO, 1968.

Lopes, A. R. C (1996). *Conhecimento Escolar: quando as ciências se transformam em disciplinas*. Rio de Janeiro-RJ: UFRJ.

Marx, G. (ed). (1975) *Atoms in the school, proceedings of the first and second Danube Seminar*, Budapest: Roland Eötvös Physical Society.

Oliva, J.M., Aragón, M.M., Mateo, J. & Bonat, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), 453-470.

Pietrocola, M. (2008), A Transposição da Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio: superando obstáculos epistemológicos e didático-pedagógicos. In: R. Borges. (Ed.). *Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica*. (159-180). Porto Alegre, RS: EDUC.

Pozo, J. Y Gómez-Crespo, M. A. (Ed). (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Solbes, J., Calatayud, M., Climent, J. & Navarro, J. (1987). Errores conceptuales en los modelos atomicos cuanticos, *Enseñanza de las ciencias*, 5(3), 189-195.

ⁱ <http://crecim.uab.cat/revir/>

ⁱⁱ El trabajo aquí presentado está financiado por el MICINN, como parte del proyecto de I+D COMPEC: "La competencia científica en el profesorado de ciencias de secundaria: análisis de dificultades, propuestas de formación y elaboración de materiales didácticos como 'buenas prácticas' en el ámbito", con referencia EDU2009-08885.

El herbario virtual, un buen recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias

Adrián Ponz Miranda

Grupo de Trabajo “Corbeta María Pita”. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza. C/ Ciudad Escolar, s/n. 44003 Teruel. E-mail: adrian.ponz@unizar.es

RESUMEN

Se ha estudiado la utilidad didáctica del herbario virtual para el aprendizaje de contenidos botánicos, en dos asignaturas de ciencias de la diplomatura de magisterio, en los cursos 2010-2011 y 2011-2012. Observamos que la dificultad técnica y los errores cometidos por los estudiantes en la realización de su herbario virtual, son similares a los que apreciamos en compañeros suyos de otros cursos y asignaturas, cuando trabajan con el herbario clásico. El alumnado que se manifiesta motivado en la realización del herbario virtual, lo es por dos causas principales: el menor tiempo de dedicación en el campo que, según ellos, se necesita para su realización, y por el uso de herramientas TIC, que hacen más interesante o entretenido el trabajo, tanto en el campo, como en casa. Ante la corta duración de las asignaturas, medio curso académico, los estudiantes conocen más partes anatómicas de la planta con el herbario virtual. Una gran parte de ellos manifiesta su interés en usarlo con su propio alumnado cuando ellos mismos sean docentes.

Palabras clave

Herbario Virtual, Enseñanza de las Ciencias, Magisterio, Itinerarios de la Naturaleza, Ciencias Naturales en la Educación Infantil.

INTRODUCCIÓN

Los herbarios son una fuente de información acerca de las plantas y del medio en que habitan y suponen en sí mismos un registro permanente de la biodiversidad (Quesada et al., 1998). El herbario actualmente tiene una connotación dual, en primer lugar se refiere a una colección de muestras botánicas, desecadas y prensadas, que representan el patrimonio vegetal de una localidad, región o país, y en segundo lugar, también se conoce como herbario al espacio donde se encuentra esta colección (Moreno, 2007). Por otro lado, un herbario virtual es una página de internet fundamentada en una colección de imágenes digitales de plantas preservadas o de partes de plantas, como así también de ejemplares en condiciones naturales las que, a menudo, se acompañan con imágenes escaneadas de ejemplares frescos. Cada espécimen virtual está acompañado de información sobre el lugar y fecha de colección, autor, el nombre científico correcto, el nombre común y, en general, con información de las especies asociadas y preferencias ecológicas (Wikipedia, 2010).

En los últimos años han aparecido cientos de herbarios virtuales en la red, tanto profesionales (jardines botánicos, universidades, etc.; Wikipedia, 2010), como aficionados (blogs, etc.). López & Morcillo (2007), manifiestan que los herbarios virtuales pueden ser útiles en la educación para actividades de observación, identificación y clasificación, porque pueden suplir las carencias de ejemplares de seres vivos que son comunes en la mayoría de los centros educativos. Díaz & Fernández (2012) usan el herbario virtual con el fin de proporcionar una herramienta de apoyo a los estudiantes de la asignatura de Botánica del 1^{er} curso de la Licenciatura en Biología, pero sin pretender que constituya un elemento sustitutivo del herbario tradicional personal que el alumnado debe elaborar como uno de los objetivos de las prácticas de campo.

Nuestro objetivo con este estudio es analizar la utilidad didáctica del herbario virtual en el aprendizaje de contenidos de botánica por los estudiantes de Magisterio, y comprobar si es necesario didácticamente complementar o sustituir el uso del herbario tradicional por este otro más acorde a los tiempos y sensibilidades (evitando daños en el medio natural), que requiere de ciertos conocimientos básicos en el uso de herramientas TIC, pero que despierta por ello más interés y motivación en el alumnado (Ponz, 2008).

METODOLOGÍA

El presente estudio se ha realizado con estudiantes de la diplomatura de magisterio durante los cursos 2010-2011 y 2011-2012. En el primero, con 43 que cursaban la asignatura optativa "Itinerarios de la Naturaleza" del 2^o curso de la especialidad de educación primaria, y en el segundo, con 85 de la asignatura "Ciencias Naturales en la Educación Infantil", del 3^{er} curso de la especialidad de Educación Infantil, ambas asignaturas con duración lectiva de medio curso académico. En cursos anteriores, los estudiantes que cursaban estas asignaturas debían presentar un herbario tradicional.

El modelo de herbario virtual que usamos, obligó al alumnado a realizar como mínimo una visita al campo, porque se dispuso como obligatoria desde un principio, la realización de una fotografía de cada ejemplar de planta junto al alumno/a, con el fin de justificar su presencia allí. Por iniciativa de los propios estudiantes, se decidió no publicarlo públicamente en la red. Utilizamos dos modalidades de herbario virtual:

Modalidad 1. En el curso 2010-2011, el herbario virtual consistió en la realización de diez láminas, una por especie, con los siguientes elementos obligatorios (véase Imagen 1): Etiqueta de datos de la especie (según modelo de Fernández y Díaz, 2012), fotografías de la hoja, flor, fruto o semilla, que podían ser extraídas de medios bibliográficos, si en esa época del año no se podían obtener de forma directa en el campo.

Modalidad 2. En el curso 2011-2012, se optó por reducir el número de especies a cinco, al exigirse la toma de un mayor número de datos anatómicos de la planta, a través de una ficha (véase Imagen 2), manteniéndose igualmente la lámina exigida en la modalidad primera.

El profesor entregó en las dos modalidades, un ejemplo concreto de lámina y/o ficha, para tomarlo de referencia y ejemplo en la realización de su herbario virtual.


Al finalizar el periodo lectivo, a través del campus virtual docente de la Universidad de Zaragoza (Anillo Digital Docente), el profesor puso a disposición del alumnado una sencilla encuesta para valorar la utilidad de este recurso en su proceso de aprendizaje, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2.




Imagen 1. Ejemplo de lámina perteneciente al herbario virtual de una alumna del curso 2010-2011, donde se observa uno de los errores más frecuentes: no poner fotografía de cada una de las dos flores unisexuales por separado.


Datos identificativos:

Nombre: Algarrobo (Ceratonia Siliqua)
 Fecha: 3/01/2012
 Leg.:
 Det.:




Características		Especie arbórea. Familia de las fabáceas.
Altura		Media de 5 a 6 metros.
Forma de la copa		Ancha y tupida.
Densidad del follaje		Abundante, perenne.
Tronco		El cuerpo de una persona.
Grosor		
Características corteza		Gris pardusca bastante lisa.
Ramas		Como el brazo de un niño.
Grosor		
Disposición en el tronco		Ramificadas a poca altura. Sistema radial.
Yemas (si hay disposición)		
Hojas		
Color del haz		Verde oscuro
Color del envés		Verde más claro.
Nº de piezas del limbo		
Simple o compuesta		Compuesta.
Forma del limbo o folíolos		Paripinada.
Contorno del limbo o folíolos		Ondulado.
Pecíolo (presencia o ausencia)		Presencia.
Disposición nervios		peninervia
Disposición en rama		Alternas.
Otras: (espinas, pelos...)		
Flor		
Disposición		En espiral a un eje central.
Tamaño		Muy pequeño.
Simetría		
Corola (color, nº sépalos...)		Rojo verdoso, en forma de disco.
Cerola (color, nº pétalos...)		Cinco pétalos separados.
Estambres (nº, libre o sol...)		Cinco estambres.
Carpelos (nº, libre o sol...)		
Fruto		
Tamaño		10 a 15 cm.
Color		Marrón oscuro casi negro.
Tipo (realiza dibujo)		Vaina indehiscente.
		
Otras		
		La harina del algarrobo para la diarrea y los trastornos gástricos infantiles.

Flor:



Hojas:



Fruto o semilla:




Imagen 2. Ejemplo de lámina y ficha, perteneciente al herbario virtual de una alumna del curso 2011-2012, donde se pueden observar ejemplos concretos de los errores más frecuentes: nombre científico mal escrito, ausencias o errores en los datos solicitados en la ficha, etc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sólo una pequeña parte del alumnado, 14% en la modalidad 1 y 1% en la modalidad 2, realizó el herbario virtual con todos los elementos y de la forma exacta que el profesor había pedido en las sesiones prácticas de las dos asignaturas. Resulta preocupante observar que, teniendo información concreta sobre cómo debían cumplimentar la ficha, no todos lo consiguieron hacer bien, lo cual nos indica que la mayoría no son capaces de leer y seguir instrucciones, o bien atender a las explicaciones del profesor. En la Tabla 1, pueden observarse las equivocaciones más frecuentes que cometieron los estudiantes: cometer errores en los datos anatómicos de la planta y/o dejarse alguno por poner (84% y 58% respectivamente, en la modalidad 2), no escribir correctamente el nombre científico (54% en la modalidad 1 y 57% en la modalidad 2), no describir o hacerlo incorrectamente, el tipo de hábitat y el tipo de suelo (31% y 46% en la modalidad 1, 42% y 36% en la modalidad 2), y no poner la fotografía de la flor hermafrodita o una de las dos flores unisexuales (37% en la modalidad 1 y 47% en la modalidad 2).

Errores observados	Nº de alumnos Modalidad 1	Nº de alumnos Modalidad 2
· Mal identificada la especie	2	4
· Etiquetas de datos:		
- Nombre científico ausente o mal escrito	19	42
- Nombre común en castellano incorrecto	2	2
- Falta localidad de recolección de la planta	0	4
- Falta descripción del tipo de hábitat o errónea	11	31
- Falta descripción del tipo de suelo o errónea	16	27
- Falta fecha	1	0
- Faltan nombres del recolector/determinador	2	2
· Falta fotografía de:		
- Alumno con la planta	0	0
- La hoja	0	0
- Flor hermafrodita o flores unisexuales (♀♂)	13	26
- Fruto o semilla	2	9
· Ficha de recolección de datos anatómicos:		
- Falta algún dato por completar	*	43
- Hay uno o más datos erróneos	*	62
Número de alumnos que entregaron el herbario =	35	74

* Los alumnos del curso 2010-2011 no realizaron ficha de recolección de datos anatómicos.

Tabla 1. Errores encontrados en la corrección de los herbarios.

La participación del alumnado en la encuesta fue mínima en el curso 2010-11, sólo el 23% de los que entregaron su herbario contestaron a las preguntas propuestas, a pesar de los ruegos continuos del profesor. En el curso 2011-2012, fue mayor la colaboración, el 61% de los que presentaron el herbario. En la modalidad 1 prefirieron utilizar el herbario virtual frente al clásico, porque, según ellos, era más divertido y gracioso, también más completo, al poder mostrar todas las partes de la planta sin importar la estación de año en la que nos encontráramos, y porque al ser virtual, no se perjudicaba a las especies vegetales, al eliminarles partes de su estructura viva (véase Tabla 2). Sin

embargo, al alumnado de la modalidad 2 no le pareció tan interesante, sobre todo por la dificultad que se presentó a la hora de completar la ficha de datos anatómicos, que implicaba una mayor dedicación e intensidad en su labor investigadora (A. Ponz, *com. pers.*). A pesar de ello, al 55% le gustó más el herbario virtual, porque le resultó más cómoda su realización, más interesante, al tener que realizar fotografías y usar herramientas TIC, también por ser menos dañina sobre las plantas (Tabla 2).

Preguntas	Respuestas	Nº alumnos Modalidad 1	Nº alumnos Modalidad 2
<i>1. ¿Os ha gustado más el herbario virtual que el clásico, donde hay que recoger, prensar hojas y otras partes de las plantas?</i>			
	· Sí.	6	25
	· No.	1	19
	· No contesta.	1	1
<i>2. Si has contestado sí en la pregunta anterior, ¿por qué te gusta más el herbario virtual?(se agrupan aproximadamente según temática)</i>			
	· Más novedoso, creativo y eficaz.	1	3
	· Más divertido.	2	0
	· Más completo, al poder mostrar todos los elementos de la planta, independientemente de la estación del año.	1	2
	· Se consiguen los mismos objetivos que el clásico, en menor tiempo.	1	1
	· No se perjudica a la naturaleza.	1	3
	· Más interesante al tener que realizar fotos y no arrancar plantas.	1	4
	· Más cómodo.	0	6
	· Más rápido y fácil.	0	4
	· Más fácil de guardar, modificar y actualizar.	0	3
	· Me gusta más por usar herramientas TIC.	0	1
	· No contesta.	1	12
	· Número de respuestas de alumnos que contestan <i>no</i> a la pregunta 1 (enumeradas en el texto).	0	6
<i>3. Según tu punto de vista, ¿Cuál es el principal beneficio que conlleva usar un herbario virtual?(Respuesta única, elegida entre varias propuestas en la encuesta)</i>			
	· Al ser virtual, permite fácilmente que se pueda publicar en cualquier servicio de internet (blogs, redes sociales, etc.).	1	6
	· Al ser virtual, no perjudicamos a las especies vegetales eliminándoles parte de su estructura viva.	5	14
	· Al ser virtual, permite aprender o practicar el uso de las herramientas TIC, como cámaras digitales y ordenador, de esta forma los alumnos trabajan al mismo tiempo dos áreas de conocimiento diferentes.	1	19
	· Otro tipo de beneficio.	0	1
	· No contesta.	1	5
<i>4. Si tuvieras que pedir a tus alumnos que realizaran un herbario, ¿Te gustaría más utilizar el herbario virtual con ellos?</i>			
	· Sí	6	23
	· No	1	17
	· No contesta	1	5
Número total de alumnos que realizaron la encuesta =		8	45

Tabla 2. Resultados de la encuesta realizada por los alumnos de los dos cursos.

Las respuestas del alumnado contrario al uso de la modalidad 2, sin pedírselo explícitamente en la encuesta, fueron:

- *“Considero que es muy útil para mi edad y más práctico, pero teniendo en cuenta que me estoy formando para trabajar con niños de infantil, considero que es más apropiado el clásico”.*
- *“Me gustó más el otro herbario (el tradicional) porque me pareció más entretenido salir al campo y me resultó menos costoso que el virtual”.*
- *“Desde mi punto de vista veo más interesante realizar el herbario a mano. De esta manera el niño puede manipular y ver el proceso de secado de una planta”.*
- *“Me gustó más el otro herbario porque me pareció más entretenido salir al campo y me resultó menos costoso que el virtual”.*
- *“Creo que el estudio de cada árbol ha sido demasiado profundo, en el otro herbario no teníamos que averiguar tanta información, a mi parecer innecesaria”.*
- *“Pienso que en una foto no se aprecian bien las características de las especies vegetales, además el aprendizaje es más significativo si los alumnos cogen la parte de una planta, la tocan, la observan, etc.”.*

La mayoría de los estudiantes que realizaron la encuesta de la modalidad 1 manifestaron gran interés en usar este tipo de herbario cuando sean maestros (75%; Tabla 2), mientras que los de la modalidad 2, sólo un poco más de la mitad opinaron lo mismo (51%; Tabla 2).

Conclusiones

Aunque la participación de los estudiantes en la realización de la encuesta ha sido inferior a la que el profesor hubiera deseado, sobre todo en el primero de los dos cursos (Tabla 2), a raíz de los resultados obtenidos, podemos sugerir las siguientes conclusiones:

- (1) Los errores que cometen los estudiantes de la modalidad 1 en la realización de su herbario virtual, son prácticamente los mismos que comenten compañeros suyos de otros cursos y asignaturas, cuando trabajan con el herbario tradicional de muestras reales de plantas (A. Ponz, *com. pers.*), mientras que difieren con los observados en la modalidad 2, por el mayor número de datos exigidos en ésta.
- (2) El uso de la modalidad 1 del herbario virtual supone la misma dificultad técnica para el alumno, que si trabajara con la versión clásica, por la misma cantidad de visitas a tutorías y consultas por correo electrónico que han realizado, en comparación con alumnos de otros cursos y asignaturas (A. Ponz, *com. pers.*). Sin embargo, los estudiantes que realizaron la modalidad 2 de herbario, encontraron una mayor dificultad por el estudio más pormenorizado que se exigía, al tener que rellenar una ficha de datos anatómicos detallados.
- (3) El alumnado que se manifiesta motivado en la realización del herbario virtual, lo hace por dos causas principales: el menor tiempo de dedicación en el campo que, según ellos, se necesita para su realización, y por el uso de herramientas TIC, que hacen más interesante, cómodo y entretenido el trabajo, tanto en el campo, como en casa.

- (4) Los estudiantes conocen o aprenden más partes anatómicas de la planta con el herbario virtual, porque la planta que prensan y secan en el herbario tradicional no puede, por lo general, disponer de todas ellas, al ser recogida únicamente en una estación del año coincidente con el periodo de impartición de la asignatura.
- (5) Gran parte del alumnado de magisterio que ha trabajado con el herbario virtual manifiesta su interés en usarlo cuando sean docentes.

Por los resultados obtenidos, pensamos que en este momento no parece necesario, ni urgente, sustituir el uso didáctico del herbario tradicional por el virtual, porque no se ha demostrado con este estudio que el herbario virtual facilite mucho más el aprendizaje de los contenidos botánicos, a pesar de la mayor motivación que hemos observado en los alumnos con su uso. Aunque sí creemos muy necesario complementar su uso con el tradicional, como hacen Díaz & Fernández (2012) con alumnado de la licenciatura de biología, al permitir aprender otros elementos anatómicos de las plantas que no se consigue con el modelo tradicional, por disponer únicamente de la mitad de un curso académico para esta labor.

Por otro lado, utilizar estos recursos (herbarios tradicionales o virtuales) para trabajar los contenidos botánicos con el alumnado de Magisterio, tiene el objetivo de conseguir unas competencias concretas, diferentes de las que se quieren alcanzar cuando se trabajan los mismos contenidos (trabajos con hojas, frutos, flores) con alumnado de Educación Infantil o Primaria. En estos últimos casos no sería tan importante la identificación de muchas especies y el conocimiento más profundo de la morfología de las plantas, sino más bien el acercamiento a los seres vivos, tipos de ellos, diferencias respecto a los animales, diversidad y una identificación morfológica más sencilla, reduciéndose tal vez a hojas, flores y frutos, pero no a sus clases o tipos. Pensamos que el uso de los herbarios virtuales con el alumnado de Magisterio, no implica necesariamente que ellos mismos lo vayan a utilizar en el futuro con sus propios estudiantes, sobre todo en Educación Infantil.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz, T., y Fernández, M. 2012. *Herbario virtual del alumno. Botánica. Primer Curso Licenciatura Biología*. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Área de Botánica. Universidad de Oviedo. Último acceso el 29 de enero de 2012, desde <http://www.unioviedo.es/bos/Asignaturas/Herbario%20Virtual/Herbario%20Virtual.htm>.

Fernández, M. y Díaz, T. 2012. *Guía para la elaboración del Herbario Escolar*. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Área de Botánica. Universidad de Oviedo. Último acceso el 29 de enero de 2012, desde <http://www.unioviedo.es/BOS/Herbario/PrepararHerbario/PrepararHerbario.htm>.

López, M. & Morcillo, J.G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, 562-576.

Moreno, E. J. (2007). El herbario como recurso para el aprendizaje de la botánica. *Acta Botánica Venezolana*, 30, 415-427.

Ponz, A. (2008). Experiencias del uso de las TIC en la elaboración de trabajos de ciencias en 4º de la ESO. *Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1079-1084). Almería: Ed. Universidad de Almería.

Quesada, C., L. Baena, E. Linares & C. Morales. (1998). *Los Herbarios como centros de documentación para el estudio y conservación de la biodiversidad*. Encuentro Medioambiental Almeriense. Almería: Ed. Universidad de Almería.

Wikipedia. (2010). *Herbario*. Último acceso el 29 de enero de 2012, desde <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Herbario&oldid=53342035>.

Una experiencia de enseñanza de las ciencias en las Aulas de Desarrollo de Capacidades de la provincia de Teruel

Adrián Ponz Miranda¹, Arantxa García Mangas² y Andrés Arjona Vicente³

¹Grupo de Trabajo “Corbeta María Pita”. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza. C/ Ciudad Escolar, s/n. 44003 Teruel. Correo electrónico: adrian.ponz@unizar.es

²Colegio Público “Emilio Díaz”. Ronda de Caspe 1. 44600 Alcañiz. Teruel. Correo electrónico: arantxagarciam@gmail.com

³Colegio Público “Ensanche”. C/ José Torán, 5. 44002 Teruel. Correo electrónico: aarjonav@gmail.com

RESUMEN

Se ha estudiado la utilidad pedagógica de una experiencia de investigación en el medio natural, en dos Aulas de Desarrollo de Capacidades de la provincia de Teruel, una en el C.P. “Emilio Díaz” de Alcañiz, y otra en el C.P. “Ensanche” de Teruel. El alumnado de estas aulas ha realizado un proceso de investigación científica con las huellas y otros restos de presencia animal, como las egagrópilas, encontrados en una salida al campo. Los resultados obtenidos muestran que los alumnos de las aulas de desarrollo de capacidades están totalmente motivados cuando se les propone realizar actividades en el campo, la mayoría de ellos manifiestan un gran interés en descubrir contenidos nuevos, trabajan de forma más activa y satisfactoria cuando son ellos mismos los que construyen sus propios conocimientos a través de una actividad investigadora autónoma, y además, las familias se manifiestan muy satisfechas y contentas con estos trabajos de investigación, por el alto grado de interés que muestran sus hijos/as por el aprendizaje.

Palabras clave

Aulas de Desarrollo de Capacidades, enseñanza de las ciencias, salidas al medio natural, egagrópilas, huellas y restos de animales.

INTRODUCCIÓN

El Programa de Desarrollo de Capacidades en Colegios Públicos de la Comunidad Autónoma de Aragón pretende desarrollar al máximo posible las capacidades y las expectativas del alumnado que destaca en su aula por su elevado rendimiento escolar o por su capacidad especial en algún área del currículo, en los centros de Educación Infantil y Primaria. El Programa de Desarrollo de Capacidades pretende mejorar la posibilidad de atención del profesorado y ofertar al alumnado diversas actividades, más acordes a su

nivel de comprensión y aprendizaje, de tal manera que se pueda avanzar en lo que se podría denominar capacidad potencial de los estudiantes (Educaragón, 2007).

Golombek (2008) señala que la única forma de aprender ciencias es haciendo ciencias, y también que fomentar la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos es imaginar un futuro. Por otro lado, la experiencia directa con el entorno es considerada como insustituible para trabajar determinados conocimientos (Rodrigo et al., 1999), como los relacionados con la Ecología (Del Carmen, 1999). Grant & Littlejohn (2005), en este sentido, muestran una serie de pautas sencillas que pueden seguir el alumnado de Educación Primaria en sus investigaciones en el campo.

El uso de las egagrópilas en la educación está registrado desde hace bastantes años (Chaline et al., 1974), aunque son escasos los artículos que manifiestan los logros pedagógicos obtenidos con su uso práctico en el aula. Álvarez y Carrasquer (1988) utilizan las egagrópilas con el objetivo de que los estudiantes de magisterio aprendan la aplicación del método científico en la enseñanza de las ciencias. En una publicación de Wilson (1997) se consideran las egagrópilas de lechuza como importantes herramientas educativas, donde además se muestra la fascinación que desencadena su estudio en el alumnado de enseñanzas medias, incluso en los más conflictivos y con problemas de integración, que no suelen mostrar interés en las clases normales sobre ciencias, como también comprueba Rivera (2010) con estudiantes de similares características. Estos autores recuerdan además las condiciones higiénicas en las que se deben manipular, para evitar posibles contagios por microorganismos (Smith et al., 2005).

Nuestro objetivo con esta experiencia es comprobar la utilidad pedagógica de las salidas al campo y la investigación con restos de animales, en el proceso enseñanza-aprendizaje del alumnado de educación primaria, especialmente con los más capacitados de los dos últimos ciclos, que forman parte de las Aulas de Desarrollo de Capacidades de la provincia de Teruel, trabajando con ellos como si fueran científicos (Marín y Cárdenas, 2011).

METODOLOGÍA

El presente estudio se ha realizado, durante el curso 2011-2012, en dos colegios de la provincia de Teruel, el Colegio Público “Emilio Díaz” de Alcañiz y el Colegio Público “Ensanche” de Teruel, participantes en el Programa de Desarrollo de Capacidades creado por el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón (Educaragón, 2007). Hemos trabajado con un total de 64 alumnos de segundo y tercer ciclo de educación primaria, 31 del primer centro y 33 del segundo, seleccionados por sus aptitudes para participar en las Aulas de Desarrollo de Capacidades.

Tras varias reuniones entre la maestra y el maestro encargados de dichas aulas y un equipo de profesores de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad de Zaragoza en Teruel (Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales), se acordó el siguiente plan de trabajo: **(1)** asesoramiento científico desde la universidad a los dos docentes responsables de las aulas, sobre contenidos directamente ligados al estudio del medio natural; **(2)** aportación a los colegios de recursos educativos y herramientas de laboratorio, gracias al patrocinio de un proyecto concedido por la Fundación Universitaria Antonio Gargallo en año 2011; **(3)** realización de visitas al campo con los estudiantes de los dos centros (Imagen 1), en grupos separados, guiadas por profesores universitarios, en las que los alumnos recogieron muestras de huellas y restos de

animales que encontraron en el medio (Grant & Littlejohn, 2005); y (4) análisis y estudio de todas las muestras recogidas en el laboratorio del aula (Imágenes 2 y 3).

Para el estudio de las egagrópilas (Imagen 3) se siguieron las recomendaciones de Álvarez y Carrasquer (1988) en el uso del método científico por parte de los alumnos, y para la identificación de los restos orgánicos, una de las claves dicotómicas publicadas en internet por el Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación (Bobed, 2011). Para el análisis del resto de las muestras (Imagen 3) se utilizaron, entre otros medios bibliográficos que buscaron los alumnos, las guías de Langer & Faltermayr (2009) y Bang & Dahlström (1999).



Imagen 1. A) Salida al campo de los alumnos del C.P. "Emilio Díaz". B) Salida al campo de los alumnos del C.P. "Ensanche".



Imagen 2. Trabajo de investigación en el aula de los alumnos del C.P. "Emilio Díaz".



Imagen 3. Muestras obtenidas en una de las salidas al campo. A) Egagrópilas, plumas, y restos vegetales comidos por animales (nueces, avellanas, piñas, olivas, madroños). B) Huellas de animales recogidas a través de moldes de escayola.

Para analizar la utilidad pedagógica de estas actividades, los maestros de los dos centros entregaron a los alumnos una encuesta. Por problemas personales imprevistos de uno de los autores, poco antes de presentarse esta comunicación, sólo podemos exponer los resultados obtenidos con los alumnos del C.P. “Emilio Díaz”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todo el alumnado del C.P. “Emilio Díaz” se mostró muy motivado y expectante a la hora de realizar las tareas de investigación, como muestran las respuestas obtenidas en una encuesta entregada por la maestra a sus 30 estudiantes (Tabla 1).

Preguntas	Respuestas	Nº de alumnos que responden
1. Puntúa de 1 a 5 el grado de motivación hacia la actividad que estamos desarrollando.	5 puntos.....	21
	4,5 puntos.....	1
	4,25 puntos.....	1
	4 puntos.....	7
2. ¿Has contado en casa lo que hemos trabajado preparando la excursión? ¿Sabes en qué consiste esta salida al campo?	Sí-No.....	25-5
	Sí-No.....	25-5
3. ¿Qué expectativas tienes hacia la salida al campo? (varias respuestas posibles)	Será interesante.....	2
	Recoger huellas.....	7
	Encontrar restos de animales.....	2
	Encontrar muchas cosas.....	12
	Pasarlo bien - diversión.....	7
	Encontrar animales.....	5
	Encontrar egagrópilas.....	8
	Encontrar nutrias.....	3
	Encontrar truchas.....	1
Investigar.....	1	
4. ¿Has aprendido cosas nuevas para ti con las actividades que hemos realizado de investigación?	Sí, muchísimas, nunca habíamos oído el término egagrópilas.....	29
	Sin respuesta.....	1
5. Otras cuestiones que quieras comentar en relación a tu actividad investigadora.	Ningún comentario.....	19
	Encontrar muchas cosas para aprender y pasarlo bien.....	2
	Fomenta la mente y aprendes cosas nuevas.....	1
	Estoy encantado de poder realizar esta investigación.....	1
	Me gustaría mucho hacer salidas como éstas.....	1
	Seguro que encontraremos egagrópilas, huellas.....	1
	Estoy muy contenta e ilusionada de irme de excursión al río.....	1
	Me gustaría hacer un recopilatorio de toda la investigación.....	2
	Será divertido.....	2

Tabla 1. Resultados de la encuesta realizada por el alumnado del C.P. “Emilio Díaz”.

La mayoría de los estudiantes (83%, Tabla 1), esperaban encontrar muchos objetos y seres vivos desconocidos en el campo, mientras que una pequeña parte de ellos (17%), tan sólo buscaba diversión y entretenimiento, frente a las clases magistrales en el aula. Todos, excepto uno (ausente en una de las actividades), aprendieron conceptos nuevos que jamás habían escuchado en el colegio, aunque sólo once (37%) manifestaron comentarios personales positivos sobre esta experiencia. Los maestros observaron, durante el desarrollo de esta experiencia, que el interés manifestado por los estudiantes en el trabajo investigador autónomo y en el uso del método científico, era muy superior al que mostraban normalmente en el desarrollo normal de otras actividades prácticas en el aula, como también manifiestan Wilson (1997) y Rivera (2010), usando egagrópilas en actividades de investigación con alumnado de enseñanzas medias.

Por otro lado, las familias también se manifestaron muy satisfechas por este tipo de experiencias, incluso solicitando al profesorado que fueran más frecuentes, vista la gran motivación e interés que mostraban sus hijos/as por el aprendizaje (A. García, *com. pers.*).

Conclusiones

A raíz de los resultados obtenidos, podemos sugerir las siguientes conclusiones: (1) Los estudiantes de las aulas de desarrollo de capacidades están totalmente motivados cuando se les propone realizar actividades en el campo; (2) la mayoría de ellos manifiesta un gran interés en descubrir contenidos nuevos; (3) trabajan de forma más activa y satisfactoria cuando son ellos mismos los que construyen sus propios conocimientos a través de una actividad investigadora autónoma, independientemente del modelo didáctico que se utilice para su desarrollo (Marín y Cárdenas, 2011); y (4) las familias se manifiestan muy satisfechas y contentas con los trabajos de investigación de sus hijos en el entorno natural, por el alto grado de interés que muestran por el aprendizaje.

A partir de aquí nos queda demostrar si con estas actividades los alumnos aprenden mejor o no los contenidos de ciencias relacionados con el medio natural. Sugerimos la realización de estudios similares, donde se evalúen los contenidos aprendidos entre grupos diferentes de alumnos de educación primaria (con o sin actividades investigadoras sobre el medio natural), cuyos resultados puedan hacer pedagógicamente necesarias las investigaciones en el entorno natural, para el satisfactorio aprendizaje de este tipo de contenidos, como sugieren Rodrigo et al. (1999).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del Proyecto 2011/B001 concedido por la Fundación Universitaria Antonio Gargallo de la Universidad de Zaragoza.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, M.V. & Carrasquer, J. (1988). El método científico aplicado a una experiencia de ciencias naturales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 2, 245-256.

- Bang, P. & Dahlström, P. (1999). *Huellas y señales de los animales de Europa*. Barcelona: Ed. Omega.
- Bobed, A. (2011). *Educ. Primaria: identificación de micromamíferos que aparecen en egagrópilas de rapaz*. Catedu: Generador de claves dicotómicas. Último acceso el 28 de enero de 2012, desde http://www.catedu.es/dicotomicas/web/index.php/clave_consulta/visualizarClave/idclave/645.
- Chaline, J., Baudvin, H., Jammot, D., Saint Girons, M.C. (1974). *Les Proies Des Rapaces: Petits Mammiferes Et Leur Environnement*. Paris: Doin.
- Del Carmen, L. M. (1999). El estudio de Ecosistemas. *Alambique*, 20, 47-54.
- Educaragón (2007). *Resolución de 29 de octubre de 2007, de la Dirección General de Política Educativa del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, por la que se autoriza la aplicación con carácter experimental del Programa de Desarrollo de Capacidades y se dictan instrucciones para su desarrollo en centros públicos de Educación Infantil y Primaria de la Comunidad Autónoma de Aragón*. Último acceso el 25 de enero de 2012, desde http://www.educaragon.org/files/RESOL_CAPACIDADES_29102007.pdf
- Grant T. & Littlejohn, G. (2005). *Teaching Green - The Elementary Years: Hands-on Learning in Grades K-5*. Toronto: Green Teacher.
- Golombek, D.A. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. VI Foro Latinoamericano de Educación: aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. Buenos Aires: Fundación Santillana.
- Langer, M. & Faltermayr, C. (2009). *¿Quién ha pasado por aquí? Las huellas y los rastros de los animales*. Barcelona: Ed. Juventud.
- Marín, N. & Cárdenas, F.A. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía «el alumno como científico». *Enseñanza de las Ciencias*, 29, 35-46.
- Rivera, M.S. (2010). Resisting the Marginalization of Science in an Urban School: Coactivating Social, Cultural, Material, and Strategic Resources. *Journal of Research In Science Teaching*, 47, 840-860.
- Rodrigo, M., Morcillo, J.G., Borges, R., Calvo, M.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 Educación*, 10, 261-285.
- Smith, K.E., Anderson, F., Medus, C., Leano, F., & Adams, J. (2005) Outbreaks of Salmonellosis at Elementary Schools Associated with Dissection of Owl Pellets. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 5, 133-136.
- Wilson, M. J. (1997). Workshop: "Mission Possible: Owls in education." *U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report*, NC-190, 620-632.

Animaciones audiovisuales para una didáctica de la Teoría de la Relatividad Especial basada en la formulación geométrica de Minkowski

Prado, X., Domínguez, J.M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela. xabier.prado@gmail.com

RESUMEN

Se presenta una propuesta didáctica para hacer más accesibles los contenidos de la teoría de la Relatividad Especial (RE) mediante animaciones explicadas en video. Dicha propuesta fue objeto de una investigación, realizada como tesis de doctorado, para explorar la posibilidad de adelantar la enseñanza de los principales fenómenos relativistas a cursos previos (1º de bachillerato e incluso 4º de la ESO). Las características esencialmente visuales de la misma, basada en la formulación geométrica de Minkowski, permiten incorporar todos los aspectos físicos de la TRE en diagramas espaciotemporales. Como consecuencia, se propone participar en la realización de animaciones didácticas basadas en estos diagramas a quienes pudieran estar interesados, y para ello se presenta un DVD a modo de ejemplo.

Palabras clave

Relatividad especial, Propuesta didáctica, Formulación geométrica de Minkowski.

INTRODUCCIÓN

La teoría de la Relatividad Especial (RE) forma parte de los contenidos del curso de Física en 2º de bachillerato (XUGA, 2008), siendo un tema cuya didáctica es permanente objeto de investigación debido a sus características contraintuitivas, así como a su relevancia y permanente actualidad.

Existen dos planteamientos fundamentales del tema para su aplicación didáctica en las aulas de cursos preuniversitarios o de iniciación en la Universidad: un planteamiento basado en la descripción fenomenológica y operacional de la RE, de acuerdo con la forma en la que fue presentada inicialmente por Albert Einstein, y un planteamiento formal y geométrico, basado en la formulación tensorial establecida por Hermann Minkowski (Sazánov, 1990). Esta formulación tensorial (y por lo tanto geométrica) de la RE fue inicialmente rechazada por Einstein, aunque posteriormente, como él mismo reconoció, constituyó la base conceptual para el desarrollo de la Relatividad General.

Las propuestas didácticas basadas en la primera formulación se fundamentan en mayor o menor grado en el texto de Resnick (1968), mientras que una referencia fundamental para la segunda formulación la constituye el texto de Taylor & Wheeler (1992), así como el posterior de Callaghan (2000). Aunque estos dos últimos están basados en la misma formulación geométrica, el segundo presenta con mucha mayor profusión diagramas bidimensionales del espaciotiempo para justificar y presentar sus resultados.

Los diagramas espaciotemporales tienen una propiedad intrínseca que hace evidente la posibilidad de realizar animaciones con los mismos: el hecho de que una de las

coordenadas es el tiempo, componente imprescindible de cualquier animación gráfica. Basándonos en ello, hemos realizado una serie de animaciones de los diagramas presentados en una propuesta didáctica para la RE en niveles anticipados (1º de Bachillerato y 4º de la ESO), en la cual la teoría fue presentada exclusivamente de forma visual. Esto no quiere decir que sea menos rigurosa que cualquiera de los planteamientos de tipo algebraico, ya que la visualización se basa en la esencia geométrica de la teoría, como hemos visto, y la geometría no implica solamente visualización, sino también rigor y precisión, como muy bien se encargó Euclides de demostrar.

Antecedentes del proyecto: Propuesta didáctica visual para la Teoría de la Relatividad Especial

Los materiales audiovisuales presentados están basados en un trabajo de investigación presentado como tesis doctoral por el primer autor (Prado (2010) bajo la dirección del segundo, en el cual se formula una propuesta didáctica radicalmente visual y geométrica para la introducción de la TRE en cursos anteriores a 2º de bachillerato. La intención de esta propuesta es facilitar la enseñanza posterior mediante la creación de una intuición visual (y, por ser geométrica, también rigurosa) de los fenómenos relativistas, lo que permitiría un análisis posterior de los mismos sin la interferencia de sus aspectos contraintuitivos.

Es importante resaltar un aspecto fundamental de esta propuesta, que también está presente en los materiales audiovisuales derivados de la misma: en primer lugar, se procede a construir una intuición relativista clásica, proceso didáctico que no está exento de dificultades (Prado y Domínguez, 2006) para posteriormente producir una ruptura con dicha formulación, que llevará a la introducción de una intuición alternativa, esta sí plenamente relativista. La aparente “pirueta didáctica” realizada no lo es tanto si tenemos en cuenta que las ideas construidas no lo son de una forma esencialista, lógico-deductiva, sino que aparecen directamente incorporadas de forma geométrica en un telón de fondo que las “arrastra” en su comportamiento como consecuencias visuales del mismo. Por lo tanto, en este proceso de “construcción-ruptura-reconstrucción” subyace una unidad conceptual visual y geométrica permanente.

Para la formulación de la propuesta, se tuvieron en cuenta propuestas didácticas como la de Mermin (1997) y otros, en la que se exploran determinados aspectos de la RE mediante una formulación esencialmente visual. Con posterioridad a la presentación de la tesis, han aparecido propuestas didácticas en consonancia con las propuestas de la misma, como la de Takeuchi (2010) en las que se realiza una introducción puramente visual de la RE. Una vez establecida y justificada la formulación teórica visual para la didáctica de la RE, se procedió a establecer una secuencia instruccional basada en las ideas constructivistas (Domínguez *et al* , 2007). Esta secuencia didáctica fue objeto de investigación en el aula con alumnado de 1º de bachillerato y 4º de la ESO, y para su análisis y validación se recurrió a la explicitación de los esquemas de razonamiento del alumnado y la observación de la evolución de los mismos a lo largo de las fases de instrucción (Domínguez *et al* , 2003). Los resultados obtenidos (Prado y Domínguez, 2010), permitieron comprobar un elevado grado de aprendizaje de los conceptos relativistas implicados, así como una retención significativa después de un periodo de seis meses sin instrucción posterior, tanto para 4º de la ESO como para 1º de bachillerato.

PROPUESTA DIDÁCTICA MEDIANTE ANIMACIÓN AUDIOVISUAL

Presentamos un DVD (Prado, 2012) con una serie de once capítulos en los cuales se construye la RE desde los conceptos fundamentales de espacio y de tiempo, unidos desde el principio en una nueva entidad: el espaciotiempo.

La estructura de cada capítulo es la siguiente: una introducción en video a modo de presentación, en la que se recapitula lo visto anteriormente y se establece la problemática que se abordará a continuación, en forma de pregunta o cuestión. A continuación se presenta una animación en FLASH de varios minutos, en la que de forma secuencial se va construyendo la teoría siguiendo un camino lógico y visual, basado en una interpretación geométrica de las magnitudes físicas, establecida prácticamente desde la época griega (Aristóteles, Arquímedes, etc.) y formulada de forma novedosa a modo de representación teatral en un marco o escenario que no es otro que el espaciotiempo con sus propiedades de transformación. Finalmente, se recapitula brevemente lo que se ha visto en el capítulo, sobre unas gráficas estáticas que resumen y recogen los aspectos fundamentales que se han ido desarrollando.

El conjunto de los once capítulos es el siguiente:

- 1- Magnitudes físicas en el espaciotiempo
- 2- Relatividad Clásica: transformación de Galileo
- 3- Física Clásica
- 4- Ondas en el espaciotiempo
- 5- Experiencia discrepante: GPS, Michelson
- 6- Nueva transformación: Lorentz
- 7- Nueva Física: fenómenos relativistas
- 8- Dilatación temporal
- 9- Contracción espacial
- 10- Velocidad límite
- 11- Equivalencia entre masa y energía

De este modo, el conjunto constituye una introducción progresiva de los conceptos relativistas basándonos en una formulación geométrica de magnitudes físicas esenciales e intuitivas como son el espacio, el tiempo y la velocidad, pero también la masa y la energía (Figura 1). La serie comienza precisamente con la presentación de dichas magnitudes a partir de ideas establecidas ya desde la época de la ciencia helenística, en el Capítulo 1.

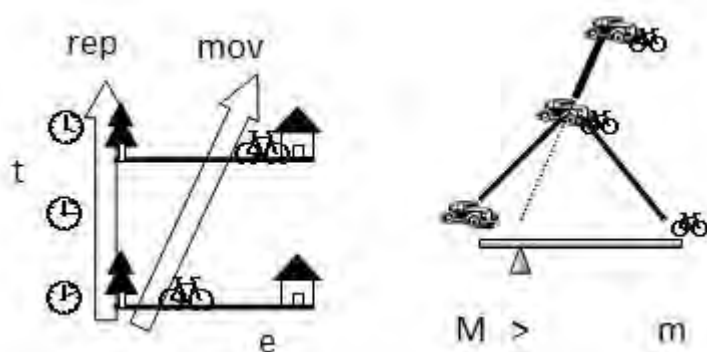


Figura 1. Espaciotiempo: reposo, movimiento y masas

En el segundo capítulo se presenta la controversia entre geocentrismo y heliocentrismo y la solución aportada por Galileo en forma de una transformación del espaciotiempo que vuelve relativos al reposo y al movimiento (la velocidad) manteniendo inalterables las restantes magnitudes, lo que hace que sea indetectable el movimiento del sistema de referencia a partir de mediciones “internas” al mismo.

La física clásica está basada en esta transformación de Galileo para la relatividad clásica, y el capítulo 3 constituye una visualización de lo anterior.

En el capítulo 4 se introduce un nuevo actor en este escenario: las ondas, y su comportamiento ante la transformación del sistema de referencia, comprobando que ahora aparece una oportunidad de establecer un reposo o un movimiento (una velocidad) absolutos, siempre en el marco conceptual de la física clásica.

Una vez establecidos los aspectos visuales esenciales necesarios para comprender la relación entre la transformación del sistema de referencia y el comportamiento de las magnitudes físicas (en particular la forma en que podemos detectar el movimiento absoluto del sistema a partir de mediciones sobre ondas), presentamos en el capítulo 5 la evidencia experimental que llevó a la necesidad de cambiar radicalmente todo este conjunto interrelacionado: el comportamiento de las ondas electromagnéticas. Presentamos visualizaciones simplificadas de dos experiencias: la realizada por Michelson con resultado negativo y el funcionamiento cotidiano del sistema GPS de posicionamiento global por satélite, que de acuerdo con la relatividad clásica debería presentar un error intrínseco de 3 kilómetros debido al movimiento de traslación terrestre (Müller, 2000), ver Figura 2. Aquí se hace una reflexión provocadora: ¿piensas que, a la vista de estas evidencias, deberíamos decir que la Tierra no se mueve, o por el contrario será necesario buscar una forma de conciliar todo lo anterior mediante una nueva formulación de la transformación geométrica del espaciotiempo? A partir de este momento, entraremos de lleno en una nueva física, por lo que es el momento de propiciar el debate, la reflexión, los intentos de modificar la transformación por parte de los alumnos, etc.

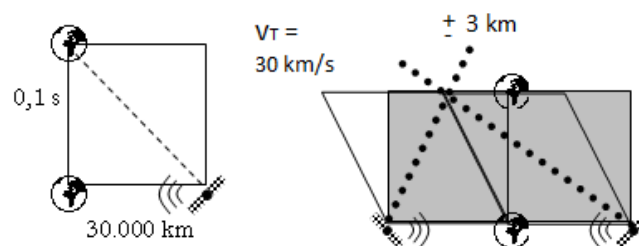


Figura 2. Satélite GPS (izquierda) y error de posición esperado

El capítulo 6 se dedica básicamente a deducir, de una forma puramente visual y totalmente intuitiva, cómo debería ser la forma de esta nueva transformación, que no es otra que el conocido rombo de Lorentz. (Figura 3).

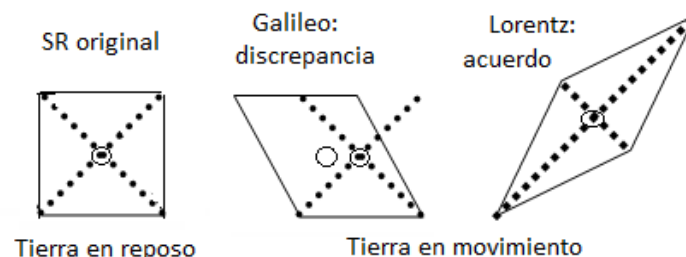


Figura 3. Ruptura con Galileo y recomposición: Lorentz

En el capítulo 7 procedemos a explotar de forma sistemática una propiedad fundamental de los diagramas geométricos: el hecho de que cualquier propiedad de su transformación afecta de forma ineludible y predecible a todos sus elementos. A modo de analogía, si tenemos una fotografía y la giramos, todos los personajes son afectados de la misma forma por esta transformación, algo que de tan evidente llega a parecer trivial. Pero será precisamente esta propiedad de la transformación geométrica (que para la fotografía, con características de espacio euclídeo, se denomina “giro”, mientras que para el espaciotiempo relativista se denomina “transformación de Lorentz”, con propiedades diferentes del giro euclidiano pero no menos rigurosas) lo que nos va a permitir construir los principales fenómenos relativistas como simples consecuencias de la transformación (Figura 4).

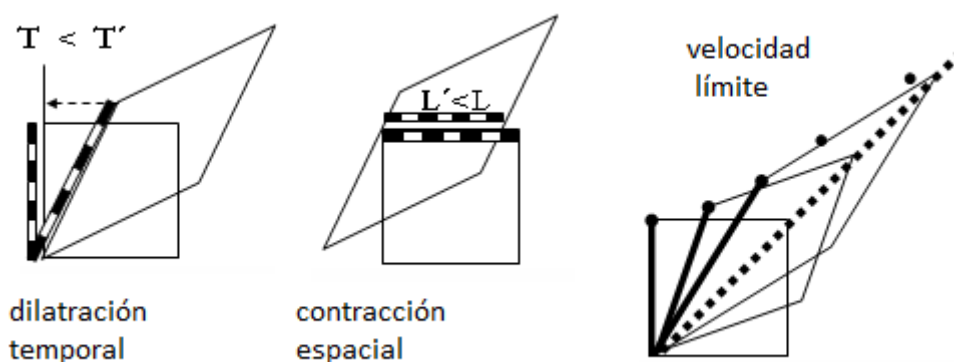


Figura 4. Visión geométrica de los fenómenos relativistas

Los siguientes cuatro capítulos se dedican a explorar, de forma sencilla, las implicaciones de los fenómenos establecidos anteriormente de forma principalmente geométrica. Esta posibilidad, de enorme interés y potencialidad didácticas, está basada en la correspondencia establecida en el capítulo 1 entre las magnitudes físicas y el espaciotiempo, es decir, en ideas que remontan a la época griega, algo que también permite incorporar una interesante reflexión sobre la evolución histórica de las ideas físicas y la validez de las mismas. En la figura 5 presentamos la visualización de la equivalencia entre masa y energía, derivada del hecho de que ambas magnitudes se suman al realizar la transformación de Lorentz para un choque simétrico (izquierda, como se puede ver en el desplazamiento del centro de masas hacia la masa en movimiento, algo que no sucede en absoluto si aplicamos la transformación de Galileo. Se puede demostrar de forma geométrica que este efecto corresponde exactamente con la famosa fórmula de Einstein $E = mc^2$ (en estas figuras, al usar unidades naturales, en las que $c = 1$, la fórmula anterior se convierte en $E = m$).

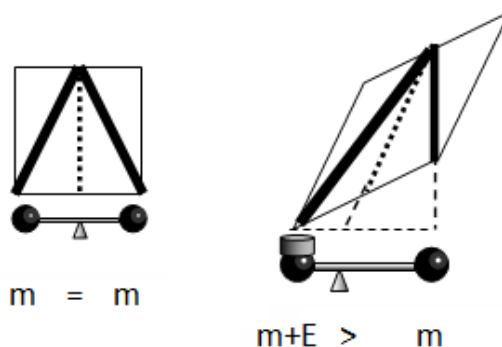


Figura 5. Equivalencia entre masa y energía en el espaciotiempo

Posibles aplicaciones de la formulación audiovisual

La propuesta presentada constituye un colofón de la investigación realizada, una forma de dotar de mayor eficacia explicativa a unos diagramas que fueron presentados de forma simplemente gráfica, es decir, estática. De este modo, es de esperar que los resultados alcanzados puedan ser mejorados al usar estos materiales. Sin embargo, el potencial alcance de los mismos no se reduce al ámbito explorado en la investigación (alumnado de secundaria, como preparación para un posterior estudio reglado de la RE), sino que podría ser de utilidad como material divulgativo en otros ámbitos: alumnado universitario de carreras en las que no se realice un estudio de la RE, personas adultas con un interés en conocer los avances científicos, etc.

La forma de realizar los materiales presentados, mediante animaciones en un programa no específico para gráficos geométricos como FLASH y por parte de personas sin una preparación específica para ello, permite augurar mejores resultados para productos semejantes realizados con mejores medios y condiciones.

De igual modo, la propuesta presentada admite formulaciones mucho más ambiciosas en relación a los contenidos, ya que cualquiera de los elementos físicos incorporados es susceptible de un tratamiento audiovisual que lo vuelva mucho más “real e intuitivo” sin perder las características esencialmente geométricas con las que se muestran en el DVD realizado.

PROPUESTA DE COLABORACIÓN

Por todo lo anterior, consideramos esta propuesta como un punto de partida para la realización de materiales audiovisuales para la didáctica y la divulgación de la Teoría de la Relatividad (tanto la Especial como la General), así como para numerosos fenómenos físicos contenidos en el espaciotiempo y explicables mediante su transformación: electromagnetismo, ondas, física cuántica clásica y relativista, etc.

Los autores manifiestan su disposición a colaborar en el desarrollo de materiales con estas características, con la finalidad de llegar a establecer un grupo de trabajo de características interdisciplinarias y de trabajo en red que permita elaborar un conjunto coherente de materiales audiovisuales para la didáctica de la física basados fundamentalmente en la geometría del espaciotiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Callaghan, J. J. (2000). *The Geometry of Spacetime*. New York: Springer.

Domínguez, J.M. y Pro, A.; García-Rodeja, E. (2003). Esquemas de razonamiento y de acción de estudiantes de ESO en la interpretación de los cambios producidos en un sistema material. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 199-214.

Domínguez, J.M.; Odetti, H.; García, S.; Cajaraville, J.A.; Falicoff, Cl.B.; Ortolani, A.E. (2007). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias. Fundamentos y planificación*. Argentina, Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.

Mermin, N. D.. (1997). An introduction to space-time diagrams *American Journal of Physics*, 65(6), 476-486.

Müller, I (2000). The Ether Wind and the Global Positioning System. *The Physics Teacher*, 38, 243-246.

Prado, X. (2010). *Deseño e implementación dunha proposta de ensinanza da Relatividade Especial en primeiro de Bacharelato, baseada na formulación xeométrica de Minkowski*. Tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela.

Prado, X., Domínguez, J.M.. (2006). Ideas sobre movemento relativo no ensino secundario. *Boletín das Ciencias*, 61, 163-166.

Prado, X., Domínguez, J.M.. (2010). A didactic proposal for the visual teaching of the theory of relativity in high school first course. In Tasar, M.F., Çakmakci, G. (Eds.), *Contemporary Science Education Research: Teaching* (pp. 297-305.): ESERA 2009 Conference.

Prado, X. (2012). *Didáctica visual da teoría da relatividade*. DVD distribuido por el autor (Santiago de Compostela, NRPI 03/2012/385).

Resnick, R. (1968) *Introduction to Special Relativity*. Wiley, New York, London.

Sazánov, A. (1990) *El Universo Tetradsimensional de Minkowski*. Moscú: MIR.

Takeuchi, T. (2010). *An illustrated Guide to Relativity*. Cambridge University Press.

Taylor, E.F. & Wheeler, J.A. (1992). *Spacetime Physics*. New York: Freeman and Company.

XUGA (2008). Decreto 126/2008, do 19 de xuño, polo que se establece a ordenación e o currículo de bacharelato na Comunidade Autónoma de Galicia. *Diario oficial de Galicia*, 120 de 23/06/2008.

Estudio del Electromagnetismo con medios interactivos en Bachillerato

Rial, R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela

ritam.rial@usc.es

RESUMEN

La incorporación de los ordenadores en las aulas de secundaria ha provocado un cambio en el modelo de enseñanza. La utilización de programas de simulación interactivos supone un importante aporte didáctico que favorece los procesos de enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo a nivel del bachillerato. En este artículo se hace un estudio del uso y de las diversas posibilidades que ofrecen diferentes simulaciones (applets/fislets) relacionadas con los contenidos del currículum vigente de Física en 2º de bachillerato, todos ellos disponibles gratuitamente a través de internet para uso educativo.

Palabras clave:

electromagnetismo, applets, interactividad, bachillerato, Física.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha establecido un claro paralelismo entre el desarrollo de las nuevas tecnologías y su aplicación dentro de la metodología didáctica de aula. Es por ello, que resulta necesaria la adopción de nuevas herramientas que nos induzcan a la creatividad y mejora del proceso de enseñanza, logrando más protagonismo e implicación por parte del alumnado, que deja atrás su papel pasivo que tenía años atrás.

Los profesores han mostrado, en general, un gran interés en la aplicación de las Nuevas Tecnologías de la Información (NTIC) en el aula. Aparece una clara demanda en el proceso enseñanza-aprendizaje que requiere programas que ocupen poco, ágiles, con un fuerte impacto visual, intuitivos, accesibles y de fácil manejo, todo ello necesario para ser utilizado con ordenadores de tecnología poco avanzada.

Es aquí donde surgen los protagonistas de esta comunicación, las simulaciones o applets (application-let), denominados en el caso de la Física Physlets (Physics application-let), fislets en castellano. Los Fislets son applets de Java pequeños y flexibles que pueden ser incluidos en documentos distribuidos a través de la World Wide Web y utilizados como eficaz soporte pedagógico para la enseñanza de la Física (Esquembre, 2004).

¿POR QUÉ LOS FISLETS?

Cuando nos planteamos una enseñanza del electromagnetismo en las aulas utilizando metodología tradicional, generalmente nos encontramos con las siguientes dificultades:

- Los alumnos presentan problemas de comprensión lectora a la hora de interpretar los enunciados.

- Inmediatamente tratan de buscar la fórmula o ecuación con la que obtener la solución rápidamente.
- El cálculo matemático representa un inconveniente en la resolución de problemas y la posterior adquisición de conceptos.
- Hay fenómenos que son difícilmente imaginables por el alumnado, esto es, de difícil abstracción.

Por tanto, los fislets suponen un incentivo de estudio para el estudiante el cual, mediante la observación de un proceso en movimiento, es capaz de hacer un esquema mental de lo que ocurre y aplicarlo posteriormente en problemas de cálculo. La utilización de fislets representa un importante punto de confluencia entre el conjunto concepto-fórmula-gráfico-esquema y el conjunto fenómeno-suceso-interpretación. Es decir, representa una interacción entre el modelo teórico que se aleja de la realidad y el modelo visual que se acerca más al fenómeno real.

Entre los fislets distinguimos, de manera general, dos tipos:

- De animación: aquellos que simplemente nos permiten observar un fenómeno.
- Interactivos: aquellos que nos permiten modificar determinados parámetros para que el alumnado estudie la dependencia entre diferentes variables de estudio.

La incorporación de material interactivo en el aula estimula las estrategias de aprendizaje del electromagnetismo y de la Física en general dentro del alumnado que es capaz de aproximar los conceptos teóricos a su realidad cotidiana. El alumnado es el protagonista ya que, en determinados fislets, se encuentra con el poder de decidir qué variables quiere modificar e incluso crea situaciones reales sin ningún tipo de riesgo físico. Por otro lado, los estudiantes no requieren de la búsqueda rápida de una fórmula para solucionar el problema, lo que garantiza que se fijen más en el hecho antes de hacerlo en el resultado. Se trata de un aprendizaje que el alumnado integra dentro de su "mochila de saber" construyendo una base sólida para estudios posteriores.

Las principales características de los fislets son (Bohigas, 2003):

- Suelen ser programas relativamente pequeños.
- Están programados para poder ser incorporados en una página web y utilizarlos directamente sobre la misma página.
- Son configurables. La mayoría de ellos permiten que el profesor los adapte a sus necesidades específicas.
- Son interactivos. El usuario (el estudiante en nuestro caso) puede manipular determinados elementos, con lo cual el resultado que aparece en la pantalla, sea textual o gráfico, queda modificado.
- La mayoría de los fislets se distribuyen gratuitamente en la World Wide Web.

Ángel Franco (2007), a partir de su amplia experiencia en la utilización de programas interactivos, concluye:

1. Que las ideas previas que tiene el profesor sobre la forma de enseñar un determinado concepto a través del ordenador no siempre son válidas. La percepción del estudiante puede ser distinta de la que se imagina el profesor. Se precisa realizar varias pruebas con distintos grupos de estudiantes, tomar nota de las dificultades que encuentran, fijarse en los errores más frecuentes que

cometen cuando trabajan con un determinado programa. A partir de estas observaciones, se reforma el programa y se le somete a nuevas pruebas, y así sucesivamente.

2. No debemos menospreciar el papel de la intuición. Un estudiante puede ser hábil en la resolución de problemas, obtener buenas notas en los exámenes, etc. Sin embargo, su comportamiento ante una simulación en el ordenador puede ser más deficiente que la de un estudiante que obtenga peores notas. Algunos estudiantes que "se aburren" en una clase habitual, muestran grandes cualidades frente al ordenador.

PAPEL DEL PROFESORADO

Hay que señalar la necesidad de una estructura organizativa bien ordenada y secuenciada por parte del profesorado que tendrá el rol de guía en este proceso y deberá adaptar los contenidos educativos a su forma personal de enseñar y a las características de su alumnado.

Para que el modelo sea idóneo y tenga un alto grado de eficiencia, es necesario que el profesorado establezca unas pautas muy claras y concisas que marquen el proceder del alumnado en todo momento, incorporando, si fuera necesario, sesiones magistrales caracterizadas por un aporte incisivo de contenidos conceptuales combinadas con problemas de lápiz y papel, además de prácticas de laboratorio. Todo ello dentro de un contexto propicio en el que el alumnado revele sus carencias y su evolución se vaya observando de manera progresiva.

El informe "*Information Technologies in Education: The Quest for Quality Software*" elaborado por la OCDE en 1989, hace hincapié en que no hay software mejor o peor, sino formas de utilizarlo eficaces o inadecuadas, profesores conscientes de su correcta utilización o no, ambientes propicios para su uso o no.

Según Bohigas (2003) el software tiene como principal objetivo la introducción de conceptos nuevos y suele seguir el esquema conductista de la enseñanza programada, basado en un modelo de enseñanza transmisión-recepción donde el alumno actúa como receptor de la información.

Cuando se explica un concepto difícil de entender, los gráficos y las animaciones pueden ser muy útiles para mostrar fenómenos que evolucionan en el tiempo o entidades que no se pueden observar directamente. (Franco, 2007)

Si tuviésemos que explicar algo en lo que no creyésemos o que no dominásemos, probablemente transmitiríamos poco entusiasmo y escasos conceptos a nuestro alumnado. Sin embargo, cuando el profesorado domina los recursos de los que dispone, esto se traduce en un proceso de transmisión claro, ameno y eficiente, que repercutirá directamente en el interés y en la interacción e involucración del alumno en el tema objeto de estudio.

El profesorado implicado en este proyecto asumirá funciones como:

- *Gestionar y organizar los recursos*: hará una selección de recursos en función de sus habilidades y de las características de su alumnado.
- *Analizar y efectuar un seguimiento del proceso*: será el guía-tutor que elaborará los materiales adecuados para los estudiantes controlando los aspectos didácticos.

- *Evaluar*: será el encargado de evaluar al alumnado en función del seguimiento efectuado y de los materiales escritos.

EL ELECTROMAGNETISMO EN BACHILLERATO CON FISLETS

Lo primero que debemos plantearnos a la hora de elegir métodos interactivos para el estudio del electromagnetismo es qué deseamos:

- Obtención de datos y posterior interpretación (EXAO: experimentación asistida por ordenador).
- Simulación de un proceso (FISLETS).
- Una combinación entre software EXAO y FISLETS.

Nuestro día a día en el aula nos permite comprobar que el uso de diversos métodos informáticos, combinado con metodologías más tradicionales, mejora la actitud del alumnado hacia la asignatura y, por otro lado, ofrece una garantía de éxito en el futuro.

En este caso se ha centrado el estudio y análisis en los fislets, lo cual no indica que, en determinadas ocasiones, el profesorado decida combinar ambos sistemas.

Se pueden distinguir tres tipos de actividades (Beaufils, 2001):

- La modelización: se trata de la construcción de un modelo que permite estudiar cualquier sistema, cualquier fenómeno.
- La manipulación de modelo: la actividad se fundamenta en la obtención de resultados (numéricos o gráficos) proporcionados por el modelo y con el cual conviene familiarizarse.
- La investigación de modelo, o la experimentación sobre modelo: se trata de la actividad característica de la simulación; el modelo está programado, y el programa (o software) permite explorar las propiedades que se derivan.

Dentro de los programas Fislets de electromagnetismo disponibles en Internet de manera gratuita, cabe destacar el Proyecto Newton en su capítulo dedicado al electromagnetismo en 2º de bachillerato, realizado por José Luís San Emeterio (figura).

http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/campmag/index.html

Esta página dispone de contenido teórico combinado con fislets y cuestionarios, lo que le confiere la categoría de recurso muy completo para el estudiante de Física.

Otro recurso destacable es el CD-ROM incluido en el libro Fislets: Enseñanza de la Física con Material Interactivo, realizado por Francisco Esquembre, entre otros y editado por Pearson. En los capítulos 23 y 24 se realiza un amplio recorrido por los fenómenos electromagnéticos. En este caso, al contrario que con el Proyecto Newton, es necesario adaptar los contenidos al currículum de 2º de bachillerato. De todos modos la interactividad de los fenómenos junto con las actividades propuestas lo cataloga como recurso muy eficaz en la enseñanza del electromagnetismo.



Pearson 2004

<http://fem.um.es/Fislets/CD/index.html>

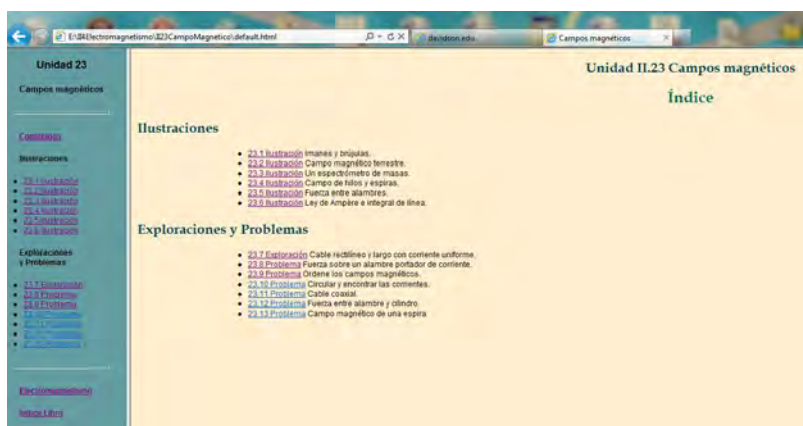
Es importante destacar que los dos proyectos mencionados anteriormente representan una guía, una ayuda y un estímulo para que el profesorado realice sus propios fislets dentro de un programa de trabajo que se considere más adecuado.

A continuación se realiza una secuenciación de actividades basadas en el entorno fislet para el estudio del electromagnetismo en 2º de bachillerato. El proceso se puede llevar a cabo en el aula, como guía de trabajo del estudiante en casa o como propuesta de enseñanza-aprendizaje del profesorado que utiliza el retroproyector del aula-clase. En función del tiempo disponible y de las características del alumnado, será decisión del profesorado que puede ir experimentando los diferentes métodos hasta que descubra el que se adapta mejor a sus características.

Es importante subrayar que esta secuenciación se insertará dentro de un diseño web, de fácil descarga y accesible a los estudiantes. Se indican, a continuación, algunos ejemplos de actividades de dicha secuenciación.

SECUENCIACIÓN EN FUNCIÓN DEL CURRÍCULUM ACTUAL.

1. Campo magnético en el vacío.



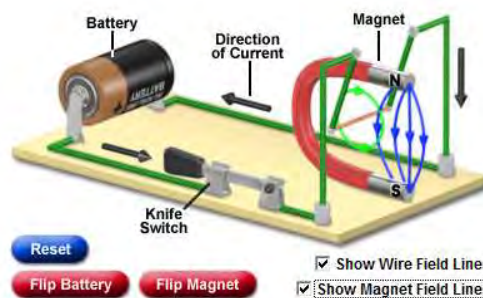
Pearson 2004 (CD-ROM)

1.1. Las cargas en movimiento como origen del campo magnético: experiencias de Oersted.



<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/compass/index.html>

1.2. Fuerza magnética sobre una carga en movimiento en el seno de un campo magnético: ley de Lorentz.



<http://www.magnet.fsu.edu/education/tutorials/java/lorentzforce/index.html>

<http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/java/partmagn/>

1.3. Descripción de los imanes naturales como creadores de campo magnético. Corrientes microscópicas.

<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/magneticlines2/index.html>

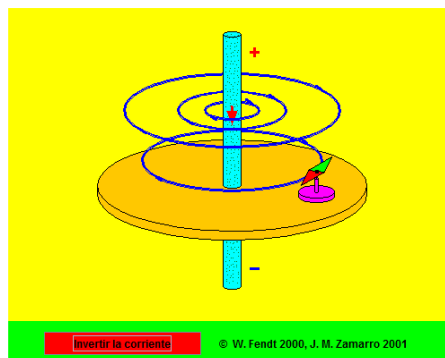
E:\II4Electromagnetismo\II23CampoMagnetico\default.html (Ilustración 23.1)

1.4. Campo magnético creado por corrientes eléctricas.

E:\II4Electromagnetismo\II23CampoMagnetico\default.html (Ilustración 23.4)

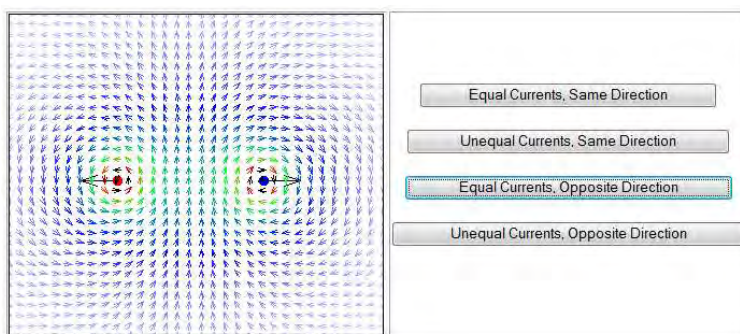
1.4.1. Aplicaciones

-Campo creado por un hilo infinito.



http://www.walter-fendt.de/ph14s/mfwire_s.htm

1.5. Fuerza magnética entre dos corrientes rectilíneas indefinidas. Definición de Amperio.



http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester2/c14_forcewires.html

E:\II4Electromagnetismo\II23CampoMagnetico\default.html (CD-ROM. Ilustración 23.5 Pearson)

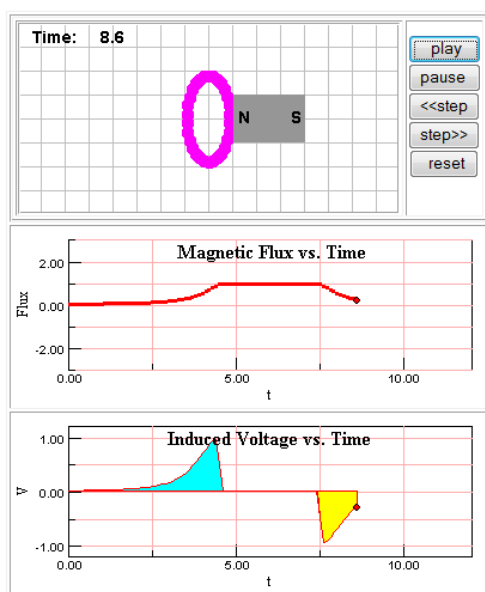
1.6. Fuerza electromotriz. Ley de Lenz-Faraday.

E:\II4Electromagnetismo\II24InduccionEM\default.html (Ilustraciones 24.1, 24.2)

<http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/visualizations/faraday/faradayapp/faradayapp.htm>

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/fem/fem.htm>

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccion/varilla/varilla.htm>



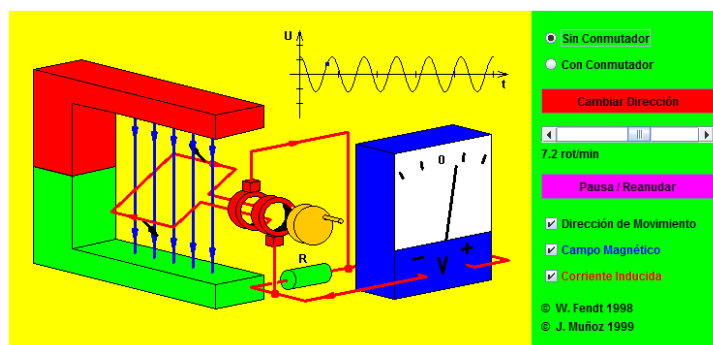
Graphs of Flux and Induced emf

http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester2/c17_faraday_example.html

<http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/visualizations/faraday/inductance/inductance.htm>

<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/kap21/cd533capp.htm>

2. Corrientes alternas. Descripción de un generador elemental.



Generador de corriente: http://www.walter-fendt.de/ph14s/generator_s.htm

CONCLUSIÓN

El profesorado debe hacer una selección de los applets que necesita en función de los contenidos a explicar basándose en la temporalización de la dispone, de la fiabilidad del applet y, por supuesto, de la facilidad de manejo, descarga y de las posibilidades que éste le ofrece, como es que la mayoría son de distribución gratuita a través de internet.

El profesor actúa como guía en un proceso de aprendizaje donde los protagonistas son los alumnos y los fislets. El alumnado actúa con autonomía dentro de los márgenes pautados por el profesorado y se potencia el trabajo cooperativo, lo cual aumenta la motivación y estimulación del alumnado hacia la materia a estudiar.

Para evitar que el alumnado realice las actividades sin planificación alguna o al azar, es importante que el alumnado les otorgue la importancia que deben tener. Para ello se recomienda su inclusión en una página web, a través de la plataforma moodle del centro o mediante cualquier formato gráfico que permita el acceso organizado, y la elaboración de un cuestionario cuya respuesta se obtenga a partir de los diferentes fislets que se pretenden observar y estudiar en cada sesión. Dichas actividades se deberían incorporar en la programación dentro del proceso de evaluación.

Los applets no harán que el alumnado aprenda Física, sin embargo, utilizados de una manera adecuada y en la medida correcta estimularán el aprendizaje, en nuestro caso, del electromagnetismo, potenciando la curiosidad de los estudiantes hacia la disciplina.

Nuestra experiencia particular indica que los fislets no pueden ni deben sustituir las prácticas de laboratorio, los problemas de lápiz y papel y la indagación conceptual por otros métodos. Los fislets deben tener su lugar en la explicación del electromagnetismo en el aula, combinándolos como complemento dentro de una propuesta de actividades diversa que garantice un estudio exhaustivo del tema a tratar. Hay que señalar que las simulaciones se diseñan para "simular" y, en ningún caso, se trata de un proceso real.

Las plataformas moodle, blogs, internet, etc, que están a nuestra disposición en los centros de secundaria nos confieren un abanico de posibilidades ilimitado del cual debemos sacar el máximo provecho, tanto en lo que se refiere a nuestra actualización metodológica, como al papel protagonista que pueda tener el alumnado en todo este proceso de magnitud insospechada.

Sólo la puesta en práctica de innovaciones docentes, sosegadamente pero sin descanso, nos permitirá avanzar en la mejora del proceso de E/A que todos ansiamos, y en la mayor calidad profesional y satisfacción por nuestro trabajo (Sierra y Perales, 2007).

BIBLIOGRAFÍA

- Beaufils, D., Ramage M. & Beney M. (2004). Objets graphiques manipulables et enseignement de la physique: analyse d'appliquettes. *Actes du colloque TICE2004*, 384-390. http://djm.beaufils.free.fr/Publis_Htm/simulation/TICE04_Didasco.pdf/ (Último acceso: 13 de marzo 2012).
- Beaufils, D. (2001). *Utilisation de la simulation informatique pour l'enseignement de la physique: réflexions didactiques*. Comunicación presentada en el Seminario de Formación de Ciencias. Universidad de Lille. Último acceso 16 de marzo de 2012 desde http://djm.beaufils.free.fr/Publis_Htm/simulation/DB01.pdf
- Bohigas, X.; Jaén, X. y Novell, M. (2003) Applets en la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 463-472.
- Bohigas, X. *La baldufa*. <http://baldufa.upc.es/> (Último acceso: 17 de febrero 2012)
- Caamaño, A. (coord.) y otros. (2011). *FÍSICA Y QUÍMICA: Investigación, innovación y buenas prácticas*. (pp. 153-167). Barcelona: Graó.
- Esquembre, F., *Animaciones, simulaciones y su uso pedagógico en la enseñanza de la Física* (De los Physlets al proyecto Open Source Physics, incluido Easy Java Simulations). <http://www.ub.edu/javaoptics/reunion/paginas/esquembre.html> (Último acceso: 13 de marzo de 2012)
- Esquembre, F., et al. (2004). *FISLETS: Enseñanza de la Física con material interactivo*. Madrid: Pearson Educación y Prentice Hall (Incluye CD-ROM)
- Fendt, W. *Applets Java de Física*. <http://www.walter-fendt.de/ph14s/> (Último acceso: 14 de marzo 2012)
- Franco, A. *Curso Interactivo de Física en Internet. Convirtiendo artículos procedentes de las revistas científicas en páginas web interactivas*. <http://www.ub.edu/javaoptics/reunion/paginas/franco.html> (Último acceso: 13-03-2012)
- Franco, A., Membiela, P. (coordinador), Perales, F., Sierra, J., et al. (2007). *Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas de ciencias*. Educación Editora. Último acceso el 13 de marzo de 2012 desde <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/docs/ExperienciasinnovadorasNTIC.pdf> (Último acceso: 13 de marzo 2012)
- Franco, A. *Física con ordenador*. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm> (Último acceso: 19-03-2012)
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/electromagnet.htm> (Último acceso: 19 de marzo de 2012)
- Giacosa, N., Giorgi, S. *Applets en la Enseñanza del electromagnetismo y la óptica*. http://www.coini.com.ar/COINI%202009/contenidos/APPLETS_E...pdf (Último acceso: 21 de marzo de 2012)
- San Emeterio, J., *Proyecto Newton* (2002-2009). ITE-Ministerio de Educación. <http://recursostic.educacion.es/newton/web/> (Último acceso: 14 de febrero 2012)

¿Qué dicen tratar los/as maestros/as del último ciclo de educación primaria sobre nutrición humana?

Rivadulla López, J.C.

Departamento de Pedagogía e Didáctica. Universidade da Coruña

jrivadulla@udc.es

RESUMEN

Este trabajo se pretende ofrecer una visión de los contenidos que los/as maestros/as de tercer ciclo de Educación Primaria dicen tratar en sus aulas sobre aspectos relativos a la nutrición humana. Participaron 10 maestros/as de Educación Primaria de A Coruña y se utilizó una entrevista dirigida sobre diferentes aspectos relacionados con la nutrición humana. Los resultados muestran que existe una visión restringida de los contenidos que deben ser enseñados sobre la nutrición humana en Educación Primaria.

Palabras clave

Nutrición humana, Educación Primaria, profesorado en ejercicio, libros de texto.

MARCO TEÓRICO

La nutrición humana, como función vital, es un tópico central dentro del núcleo conceptual de la Biología, la cual posee un alto valor educativo, centrándose no sólo en el aspecto científico concreto sobre anatomía y fisiología, sino también en la alimentación, la dieta, la relación con el medio, etc. Esta función vital se incluye como objeto de aprendizaje reiterado a lo largo de la educación obligatoria, plateándose su estudio de forma progresiva, es decir, con un nivel de profundidad creciente (Rivadulla López *et al.*, 2008).

Es importante, desde el punto de vista educativo, que el alumnado adquiera una visión general y unificada de nutrición. Tal visión ha de ir construyéndose paulatinamente a lo largo del proceso educativo (García Barros & Martínez Losada, 2005). En concreto, el estudio de la nutrición debería centrarse en la idea de que constituye un proceso vital consistente básicamente en el intercambio de materia y energía que el individuo realiza con el medio y en la transformación del mismo por parte de los seres humanos al obtener/eliminar sustancias del mismo, aspectos ambos imprescindibles para asegurar su supervivencia y su adaptación al medio (Pujol, 2003; García Barros & Martínez Losada, 2005). Además, habría que indicar que en el proceso de nutrición intervienen distintos elementos que se hallan jerarquizados (sistemas, órganos, tejidos, célula) y presentan un grado de complejidad y organización alta, los cuales garantizan un funcionamiento adecuadamente coordinado (Pujol *et al.*, 2006).

Sin embargo, la enseñanza/aprendizaje de la nutrición humana entraña numerosos problemas, ya que existen estudios desarrollados en este ámbito que han puesto de manifiesto que, desde pequeños/as, niños y niñas tienen muchas y variadas dificultades (Banet, 2001), tanto al finalizar la Educación Primaria, como en la Secundaria, e incluso en niveles universitarios, con respecto a la nutrición humana en general –confusión

entre nutrición y alimentación (Cubero, 1998)-, a los sistemas que intervienen en la misma -reconocimiento limitado de los órganos de cada sistema (Garrido, 2008)-, a la alimentación -desconocimiento de las características de una dieta equilibrada (Núñez *et al.*, 2007)-.

Muchas veces estas concepciones alternativas se ven fortalecidas por los contenidos que contienen los libros de texto, ya que en ellos se muestran ideas restringidas sobre el concepto de nutrición (García Barros & Martínez Losada, 2005). Y teniendo en cuenta que los libros de texto constituyen actualmente, por regla general, el recurso más utilizado en las aulas y las actividades que estos presentan son de uso general (Cañal de León & Criado, 2002; Perales & Jiménez, 2002; Martínez Losada & García Barros, 2003; Pujol, 2003; Carvalho *et al.*, 2004; Travé & Pozuelos, 2008), se puede considerar que esas concepciones alternativas que tienen los/as alumnos/as, se pueden ver fortalecidas.

El uso de estos materiales está extendido a todos los niveles educativos, incluso en la universidad, reservándole al texto escolar un rol de importancia como organizador de la práctica educativa (Jiménez & Perales, 1997), el cual ejerce un dominio abrumador en la experiencia de aprendizaje de la ciencia (Stinner, 1992; Campanario, 1993), dado que no sólo incluyen información en diferentes formatos, sino que también contienen una propuesta didáctica explícita o implícita (Jiménez Valladares, 2000). Además, ejercen una influencia notable en el aprendizaje de los/as alumnos/as, pues orienta y dirige muchas de las actividades que los/as docentes proponen y que los/as alumnos/as realizan.

Diferentes estudios tratan el tema de la nutrición humana en los libros de texto, los cuales indican que éstos no aportan una visión general de nutrición. Precisamente, estudios realizados por Cañal de León y Criado (2002) sobre los libros de texto de Educación Primaria en cuanto al tratamiento del tópico de los seres vivos, se observa que ofrecen una visión estereotipada de este concepto –nacem, crecen, se reproducen y mueren-, obviando aspectos importantes que determinan lo vivo, como son la alimentación/nutrición y la sensibilidad, que explican la relación del individuo con su medio. En el estudio realizado por Rivadulla López *et al.* (2010) sobre la función de la nutrición humana en los textos escolares, se detectan escasas referencias a la relación existente entre la función específica de los distintos sistemas y la función nutritiva. Además, se añade que existe una insuficiente relación entre los contenidos que se enseñan, ya que la enseñanza de la nutrición se efectúa de forma compartimentada y sesgada, estudiando cada sistema que interviene en la misma por separado y prestando más atención a los detalles específicos que al establecimiento de relaciones con la función nutritiva.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se pretende averiguar los contenidos que dicen enseñar los/as maestros/as de 3º ciclo de Educación Primaria (5º y 6º) sobre la nutrición humana y su repercusión en el medio. En ella participaron 10 maestros/as de diferentes colegios de A Coruña y como instrumento de recogida de datos se utilizó una entrevista dirigida, en la cual se debía responder a una serie de preguntas relacionadas con la nutrición humana (objetivos que se pretenden conseguir, contenidos que se tratan, cómo se tratan, qué se evalúa, cómo se evalúa...). De todas las preguntas, en este trabajo vamos a presentar las relacionadas con los contenidos que tratan los/as maestros/as relacionados con la nutrición humana.

Para ello, primeramente preguntamos si habitualmente utilizan el libro de texto o emplean otros materiales, para posteriormente preguntar por los contenidos que tratan de los mismos:

1. *¿Qué contenidos del libro de texto tratas?*
2. *¿Tratas contenidos no incluidos en el libro de texto? ¿cuáles?*

Todos/as dicen usar contenidos relacionados con la nutrición humana presentes en el libro de texto, aunque algunos dicen ampliar lo que ya viene en el libro (en los resultados lo reflejamos con un ^(a)) y otros/as dicen tratar aspectos que no se incluyen en el libro de texto (lo reflejaremos con un ^(ex)).

Estas respuestas de los/as participantes se agruparon en cuatro categorías y que a su vez se dividían en subcategorías, tal y como se refleja en la tabla 1.

Contenidos	Subcontenidos
N: Nutrición	N1: Función general de nutrición: la nutrición nos sirve para andar, correr...
	N2: Órganos/sistemas implicados en la nutrición humana (sin hablar de obtención de energía)
	N3: Función a nivel organismo: Obtener energía mediante la transformación de nutrientes
	N4: Función a nivel celular: La obtención de energía se realiza en las células
S: Sistemas	SD: Sistema Digestivo (anatomía y/o función)
	SR: Sistema Respiratorio (anatomía y/o función)
	SC: Sistema Circulatorio (anatomía y/o función)
	SE: Sistema Excretor (anatomía y/o función)
A: Alimentación	A1: Alimentación saludable: una buena alimentación nos ayuda a mantenernos sanos
	A2: Alimentación aporta distintos tipos de nutrientes que nuestro organismo necesita
	A3: Relación entre alimentación y nutrición: una buena alimentación favorece una nutrición adecuada
	A4: Hábitos saludables y enfermedades relacionadas con la alimentación/nutrición
M: Relación con el medio	MO1: Obtención de sustancias modifica el medio
	MO2: La obtención de sustancias modifica del medio y requiere de concienciación y actuación social
	ME2: La eliminación de sustancias modifica del medio y requiere concienciación y actuación social

Tabla 1. Categorías establecidas en base a las respuestas de los/as maestros/as

RESULTADOS

Cuatro maestros/as (P₂, P₅, P₈ y P₁₀) dicen tratar en sus aulas de último ciclo de Educación Primaria aspectos relativos a las cuatro categorías establecidas a la hora de clasificar las respuestas de los/as mismos/as (nutrición, sistemas que intervienen, alimentación y salud y alimentación/nutrición y medio) (ver tabla 2). Por otra parte, los/as restantes seis maestros/as dicen utilizar tres ideas clave (nutrición, sistemas que intervienen, alimentación y salud), dejando sin nombrar a la relación entre alimentación/nutrición y medio.

De los diez maestros/as que dicen tratar la nutrición en general (N), todos/as excepto dos (P₂ y P₈) dicen centrarse en los órganos y sistemas que intervienen en la nutrición (N₂), mientras que tres (P₂, P₇ y P₈) se refieren a la función de la nutrición a nivel organismo (N₃) y otros tres (P₃, P₄ y P₁₀) a la función a nivel celular (N₄).

De los ocho que dicen centrarse en los órganos y sistemas que intervienen en la nutrición (N₂), tres (P₃, P₄ y P₁₀) también se refieren a la función a nivel celular (N₄), mientras que sólo uno/a (P₇) dice centrarse también en la función a nivel organismo (N₃).

En cuanto a los sistemas que intervienen en la nutrición humana (S), todos los/as maestros/as tratan la anatomía y/o función de los cuatro sistemas (SD, SR, SC, SE).

De los diez maestros/as que dicen tratar el concepto de alimentación y salud (A), los/as diez utilizan hábitos saludables (A₄) relacionados con la alimentación, mientras que todos/as excepto uno/a (P₃) se refiere a los distintos tipos de nutrientes que contienen los alimentos (A₂). Existe otro grupo minoritario de participantes (P₁, P₅ y P₆), aunque no menos importante debido a lo que enseñan, ya que se refieren a la relación entre alimentación y nutrición (A₃).

Por su parte, con respecto a la relación alimentación/nutrición y medio ambiente (M), sólo cuatro participantes (P₂, P₅, P₈ y P₁₀) tratan este tema, concretamente se centran en que la eliminación de sustancias modifica del medio y requiere concienciación y actuación social (ME₂). Sólo un/a participante (P₁₀) hace referencia tanto a que la obtención de sustancia del medio lo modifica y se requiere concienciación y actuación social (MO₂) y a que la eliminación de sustancias modifica del medio y requiere concienciación y actuación social (ME₂).

Todos/as los/as maestros/as utilizan, además del libro de texto, otros materiales para tratar algún contenido, ya sea para ampliar los que incluye el libro (P₁, P₃, P₆, P₇ y P₉), para tratar alguno que su libro de texto no incluye (P₄, P₅, P₈ y P₁₀) o para ambas cosas (P₂).

Lo más significativo es que los/as maestros/as indican que todos los contenidos referidos a la relación alimentación/nutrición y medio ambiente (M) los buscan en otros materiales, ya que el libro de texto no les aporta ninguna información al respecto. Además, los/as cuatro participantes que tratan este tema, se refieren a que la eliminación de sustancias modifica del medio y requiere concienciación y actuación social (ME₂).

Otro dato a destacar es que seis maestros/as dicen ampliar con otros materiales el contenido A₂ (distintos tipos de nutrientes que contienen los alimentos) o tratarlo con otros materiales porque no se incluye en el libro.

		Contenidos															
		Nutrición (N)				Sistemas (S)				Alimentación (A)					Medio (M)		
		N1	N2	N3	N4	SD	SR	SC	SE	A1	A2	A3	A4	A5	MO1	MO2	ME2
Maestros/as	P ₁	X	X			X	X	X	X		X ^(a)	X	X	X			
	P ₂			X		X	X	X	X		X ^(a)		X ^(ex)		X ^(ex)		X ^(ex)
	P ₃		X ^(a)		X	X ^(a)	X ^(a)	X ^(a)	X ^(a)	X			X				
	P ₄		X		X	X	X	X	X	X	X ^(ex)		X				
	P ₅		X			X	X	X	X		X	X	X	X			X ^(ex)
	P ₆		X			X	X	X	X		X ^(a)	X	X	X			
	P ₇		X ^(a)	X		X	X	X	X		X ^(a)		X				
	P ₈			X		X	X	X	X		X		X ^(ex)				X ^(ex)
	P ₉	X	X			X	X ^(a)	X	X		X		X				
	P ₁₀		X		X	X	X	X	X	X	X ^(ex)		X		X ^(ex)	X ^(ex)	X ^(ex)
Total		1	8	3	3	10	10	10	10	3	9	3	10	3	2	1	4
		10				10				10					4		

^(a) Contenidos que los/as maestros/as amplían con otros materiales en relación a los contenidos que tratan de los libros de texto

^(ex) Contenidos que los/as maestros/as tratan y que no vienen en los libros de texto

Tabla 2. Contenidos que los/as maestros/as dicen tratar sobre la nutrición humana.

CONCLUSIONES Y DERIVACIONES DIDÁCTICAS

A modo de conclusión, podemos señalar las siguientes conclusiones:

- Todos/as los maestros/as dicen usar el libro de texto para enseñar contenidos relacionados con la nutrición humana, aunque hay que decir que también emplean otros materiales para tratar algún contenido, ya sea para ampliar los que incluye el libro, para tratar alguno que su libro de texto no incluye o para ambas cosas.
- La totalidad de los/as maestros/as le dan importancia a la nutrición en general, a los sistemas que intervienen en ella y a la alimentación y la salud.
- En menor medida, los/as maestros atienden al tema de la modificación del medio por parte del ser humano y el interés educativo del estudio de las actuaciones sociales para paliar dichas modificaciones. Aunque es destacable este tratamiento porque los/as maestros/as buscan estos contenidos en otros materiales, ya que el libro de texto no les aporta ninguna información al respecto.

Teniendo en cuenta estas conclusiones, podemos extraer una serie de derivaciones didácticas. Consideramos positivo que los/as participantes enseñen todos los sistemas que intervienen en la nutrición humana y que además hagan referencia a los hábitos saludables relacionados con la alimentación. Es evidente que los contenidos sobre la nutrición humana que los/as maestros/as ofrecen a los/as estudiantes son unos contenidos formativos útiles para conocer el cuerpo humano, su funcionamiento y su relación con el medio, aunque con algunas deficiencias. Así, aunque es adecuado que los/as maestros/as enseñen hábitos saludables relacionados con la alimentación, no deja de quedar incompleto al no emplear la relación existente entre alimentación y nutrición.

La relación de la nutrición humana con el medio y la actuación social es poco usada por los/as maestros/as, y además lo hacen de una manera parcial, ya que en cuanto a la

obtención de sustancias se percibe menos dicha relación. Aunque sí es un dato importante a destacar ya que, aunque son pocos/as los/as que utilizan este contenido, lo hacen con materiales propios pues en el libro de texto no les incluye dicha información.

Por lo tanto y para finalizar, hay que indicar que desarrollar una enseñanza de calidad requiere disponer de unos criterios adecuados para seleccionar y secuenciar los contenidos de enseñanza. Es ahí donde encontramos dificultades por parte de los/as maestros/as, que tienen una idea restringida en algunos de los contenidos que deben ser enseñados sobre la nutrición humana en Educación Primaria. Esto constituye una llamada de atención para la formación docente tanto inicial como permanente. En ella se debe insistir en qué contenidos enseñar y dar más relevancia a la repercusión de la nutrición humana en el medio. Además, con ello también se contribuye a desarrollar el concepto de ser vivo como aquel que cambia el medio, y también se le da relevancia al hecho de que el ser humano es un agente de cambio de primer orden.

En cualquier caso, estas conclusiones constituyen una primera aproximación al problema tratado y deben ser confirmadas en posteriores investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Banet, E. (2001). *Los procesos de la nutrición humana*. Madrid: Síntesis.
- Campanario, J. M. (1993). *El control de la comprensión en el aprendizaje de textos científicos*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.
- Cañal de León, P. & Criado, A. (2002). ¿Incide la investigación en didáctica de las ciencias en el contenido de los libros de texto escolares? El caso de la nutrición de las plantas. *Alambique*, 34, 56-65.
- Carvalho, G. S.; Silva, R.; Lima, N. & Coquet, E. (2004). Portuguese Primary School children's conceptions about digestion: identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education*, 26 (9), 1111-1130.
- Cubero, R. (1998). Aprendizaje de la digestión en la enseñanza primaria. *Alambique*, 16, 33-43.
- García Barros, S. & Martínez Losada, C. (2005). La nutrición en textos escolares del último ciclo de Primaria y primero de Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Garrido, M. (2008). La evolución de las ideas de los niños sobre los seres vivos. In *Pedagogía e Didáctica*. Universidade da Coruña, A Coruña.
- Jiménez, J. D. y Perales, F. J. (1997). Propuesta taxonómica para un análisis de las ilustraciones en los textos de física y química, en Jiménez, R. y Wamba, A.M. (eds.). *Avances en la didáctica de las ciencias experimentales*. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad.
- Jiménez Valladares, J. D. (2000). *El análisis de los libros de texto*. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil, Alcoy.
- Martínez Losada, C. & García Barros, S. (2003). Las actividades de Primaria y Eso incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivos persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), 243-264.
- Núñez, G., Mazzitelli, C. & Vázquez, S. (2007). ¿Qué saben nuestros alumnos sobre alimentación y nutrición? *Revista Iberoamericana de Educación*, 5, 1-8.

- Perales, F. J. y Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Síntesis, Madrid.
- Pujol, R. M.; Bonil, J.; Márquez, C. (2006): "Avanzar en la alfabetización científica: Descripción y análisis de una experiencia en torno al estudio del cuerpo humano en educación primaria", en *Investigación en la Escuela*, 60, 37-52.
- Rivadulla López, J., García Barros, S. & Martínez Losada, C. (2008). La nutrición humana en la educación obligatoria. Dificultades y análisis conceptual. In *XXIII Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería (España).
- Rivadulla López, J., García Barros, S. & Martínez Losada, C. (2010). Función de la nutrición humana en los textos escolares de Educación Primaria. In *XXIV Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Jaén (España).
- Stinner, A. (1992). Science textbooks and science teaching: From logic to evidence. *Science Education*, 73, 591-605.
- Travé, G. & Pozuelos, F. J. (2008). Consideraciones didácticas de las líneas de investigación en materiales curriculares. A modo de presentación. *Investigación en la Escuela*, 65, 3-10.

Trabajo subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación EDU2011-27772

Formar profesores en ciencias naturales, en tiempos de cambio curricular, en Argentina

Rocha, A., Bertelle, A., Iturralde, C., García de Cajén, S.

*Departamento de Profesorado en Física y Química, Facultad de Ingeniería.
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.*

Correo: arocha@fio.unicen.edu.ar

RESUMEN.

Este trabajo presenta una propuesta de formación de profesores de Ciencias Naturales en Argentina que apunta a dar posibilidad a los docentes de continuar desarrollando un conocimiento profesional actualizado, integrado y aplicable a la práctica, que le permita trabajar continuamente en mejorar los resultados de los procesos educativos. El marco desde el cual se interpreta la formación descrita se desarrolla brevemente al inicio del trabajo

Palabras clave.

Profesores en Ciencias Naturales, Conocimiento Didáctico del Contenido, Formación continua, Materiales didácticos.

INTRODUCCIÓN.

El conocimiento profesional del profesor de ciencias naturales.

El conocimiento del profesor es un constructo complejo que se genera en distintos contextos y momentos de su vida (Porlán y otros, 1997). Se trata de un conocimiento práctico, orientado a utilizarse en situaciones concretas.

Acordamos en que la condición necesaria para ser docentes es que sepamos mucho sobre lo que vamos a enseñar. También sabemos que saber mucho del contenido científico a enseñar no asegura que los alumnos aprendan más. El profesor ha de desarrollar un conocimiento profesional claramente diferenciado y diferenciable del que corresponde a otros profesionales que trabajan en relación con la misma disciplina que para él es objeto de enseñanza. El profesor de química y el químico, el ingeniero químico, el licenciado en química, comparten en una importante medida el objeto de estudio pero han de desarrollar un conocimiento profesional con características claramente diferentes. El profesor no es entendido como portador de todo el conocimiento sino como un profesional con disponibilidad para “enfrentarse a problemas específicos de la enseñanza de la disciplina y resolverlos”.

Hoy, las investigaciones sobre el conocimiento del profesor se centran en analizar la naturaleza, organización, contenido y forma de construcción del conocimiento del profesor.

En este paradigma existen diferencias importantes entre el conocimiento de la materia y el conocimiento de la materia necesario para la enseñanza. Aquí caben los estudios que implican investigaciones de profesores expertos y novatos, las cuales buscan diferenciar el conocimiento que unos y otros ponen en juego a la hora de enseñar. En este marco, algunos investigadores (Leinhardt y Smith, 1985) han encontrado que el conocimiento

de la materia a enseñar puesto en juego por los profesores expertos es de naturaleza multidimensional y resulta de la relación entre la comprensión conceptual del profesor y una comprensión didáctica de la materia, que incluye conocimiento curricular y de las dificultades de los estudiantes.

El concepto de CDC (PCK), introducido por Shulman, parece una opción interesante a la hora de analizar esta forma especial de conocimiento del contenido que es propia del profesor y que se diferencia de la del profesional de la disciplina.

La formación de docentes de ciencias naturales para educación secundaria y superior.

El objetivo de un programa de formación de profesionales no puede apuntar sólo a que adquieran información y desarrollen determinadas habilidades específicas. Debe apuntar necesariamente a desarrollar competencias que le permitan al futuro profesional desenvolverse adecuadamente en el ámbito profesional, adaptarse a los cambios y aprender continuamente, dos características distintivas de un profesional. En particular, la formación de docentes resulta un desafío que requiere encontrar alternativas que posibiliten que el futuro docente desarrolle un conocimiento profesional integrado que le permita actuar fundamentadamente. Un saber profesional de estas características se constituye a partir de conocimientos provenientes de (Porlán y Toscano, 1994):

- La disciplina científica analizada desde una perspectiva lógica, histórica, sociológica y epistemológica (dimensión científica del saber profesional): saber teórico
- Las disciplinas que estudian el campo de la enseñanza y el aprendizaje en forma general (dimensión psicopedagógica del saber profesional): saber teórico
- La experiencia (dimensión empírica): saber hacer
- Las didácticas específicas que integran las tres dimensiones anteriores constituyendo así un saber práctico.

Las características enunciadas plantean a la comunidad formadora una problemática clave: de qué manera estos conocimientos se van construyendo e integrando para formar parte de un saber profesional que permita al docente actuar fundamentadamente y reflexionar sobre su propia práctica.

Para los profesionales docentes, desempeñarse adecuadamente en el ámbito de trabajo requiere desarrollar competencia científica, didáctica y dialógica (Pacca y Villani, 2000). La primera se refiere al dominio del conocimiento científico específico, la competencia didáctica se relacionaría con la capacidad de elaborar y ejecutar una planificación pedagógica que incluya estrategias y actividades compatibles con la construcción de un conocimiento en el que el alumno necesariamente es protagonista, y la competencia dialógica implicaría la capacidad de establecer y conducir una interacción personal con los estudiantes.

La formación de los profesionales docentes abarca el desarrollo de la carrera de grado (formación inicial) y la formación continua.

La formación inicial de los docentes de Ciencias Naturales -Física, Química o Biología- constituye la formación de grado que lleva a la obtención del título de profesor. En Argentina esta formación se realiza en Institutos Superiores de Formación Docente, no universitarios, y en las Universidades. En ambos casos los planes de estudio de los profesorado en las especialidades de Ciencias Naturales, presentan gran cantidad de

similitudes estructurales. Son profesorados de cuatro años de duración. Durante los dos primeros años se cursan la mayor parte de las asignaturas básicas de formación específica en la ciencia objeto de enseñanza (Física, Química, Biología) y las asignaturas básicas de la formación docente (por ejemplo: Psicología educativa; Fundamentos de la educación; Introducción a la Enseñanza de las Ciencias). En los dos años siguientes se profundiza la formación en la disciplina específica y su interrelación con otras disciplinas del área y se desarrolla la formación docente orientada al campo de las Ciencias Naturales y de la Física, la Química o la Biología, en particular. Esto, a través de asignaturas tales como las Didácticas especiales de la disciplina, Epistemología de las Ciencias y Residencia o Práctica Docente. Hay, en ambos casos, carreras que contemplan espacios de formación integradores de las dos formaciones (Bertelle y otros, 2006), la específica de la disciplina y la docente, ya desde el inicio de misma.

La formación inicial ha de apuntar también a permitir el desarrollo de una formación para la investigación socio-educativa, que sea la base sobre la que el futuro profesional pueda cuestionar “lo que es” y “lo que hay” y reflexionar para proponer cambios y nuevas alternativas.

La formación continua integra, no sólo la actualización, el perfeccionamiento y la revisión de la propia práctica, que se da a través de carreras de posgrado y/o cursos pensados especialmente con esos fines (Roa, Rocha e Islas, 2007), sino también la formación vinculada a la práctica; esto es, aquella que se da en el ejercicio de la práctica de enseñanza del docente, en contextos de clase concretos.

UNA EXPERIENCIA DE FORMACIÓN DE DOCENTES EN CIENCIAS NATURALES, EN ARGENTINA.

Abordar con rigor la complejidad de la enseñanza y el aprendizaje de la Física y la Química en el aula, atendiendo a las diferentes y crecientes exigencias que recaen sobre los docentes, la diversidad de intereses, la heterogeneidad de los alumnos, los nuevos medios de difusión del conocimiento, el nuevo rol del docente (a partir de la Reforma) hacen necesaria una formación docente en la que se desarrolle un conocimiento profesional integrado que tenga en cuenta los problemas actuales de la enseñanza de la disciplina y le permita actuar fundamentadamente.

Se requiere del docente un amplio conocimiento de la materia a enseñar, además de una toma de posición frente a la enseñanza y el aprendizaje desde una postura crítica de lo que hace y sabe hacer. Por conocimiento de la materia a enseñar nos referimos no sólo a los contenidos científicos propios sino también al conocimiento relativo a la construcción de la ciencia y a su evolución tanto como a aquellas dificultades asociadas a las ideas de los alumnos que tienen relación con los contenidos (Bertelle y Rocha, 2000). Esto hace que resulte fundamental la visión de los docentes sobre la ciencia y cómo esta se aprende. Ambos elementos centrales que guían la toma de decisiones que implica el diseño de cualquier propuesta de enseñanza, desde la planificación de una clase hasta el proyecto educativo de toda una institución.

Una alternativa de formación es el Profesorado en Química que se desarrolla en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires (FI-UNCPBA) en Argentina. Esta carrera, como la mayoría de los profesorados de Física, Química, Biología existentes en las universidades argentinas, surge en Facultades de Ingeniería o de Ciencias Exactas y Naturales, asociada a la estructura curricular de carreras como Ingeniería o Licenciaturas. Por tanto, las asignaturas de

formación básica como así también las de formación específica en la disciplina son comunes a las diferentes carreras. Ello implica, frecuentemente, una enseñanza de la Física, la Química, la Biología, que no enfatiza en el abordaje conceptual ni en la epistemología e historia del conocimiento científico; aspectos fundamentales en la formación de profesorado.

Esta situación conlleva la construcción de un conocimiento, por parte del alumno, que ha de ser revisado y reconstruido para que tenga las características adecuadas para ser utilizado en su desempeño como profesor. Asumir esta realidad y sus implicaciones, llevó a diseñar, para la carrera de Profesorado en Química, una alternativa curricular en la que existen espacios en los que se trabaja intensamente en la reestructuración del conocimiento físico y químico aprendido en la formación disciplinar, de modo tal que resulte un conocimiento útil para una práctica docente de calidad basada en la integración del conocimiento académico de las ciencias (Física y Química) con el conocimiento pedagógico didáctico específico.

Estos espacios están dados, en el diseño curricular de la carrera de Profesor en Física y Química, fundamentalmente por los Seminarios de Proyecto de Carrera de Práctica, por las Didácticas especiales (de las Ciencias Naturales y de la Química) y por la Residencia, en la que el estudiante desarrolla tareas como docente en instituciones educativas. Estos espacios de integración de la Carrera se han pensado para potenciar la reflexión e interacción de los conocimientos provenientes de contextos diferentes de la formación, como también para trabajar la inserción del alumno en los futuros ámbitos laborales.

El aporte que desde la FI-UNCPBA se realiza a la formación continua se concreta a través de una Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias Naturales, de los posgrados Maestría y Especialización en Enseñanza de las Ciencias Experimentales y de un grupo de trabajo integrado por docentes investigadores de la institución y docentes de Ciencias Naturales que se desempeñan en los niveles educativos primario y secundario, denominado GODCE.

En la Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias Naturales, los profesionales tienen oportunidad de profundizar y actualizar su conocimiento disciplinar básico y didáctico, desde un enfoque interdisciplinario. Esta carrera forma para investigar en el campo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales; elaborar y evaluar material educativo en relación con la Enseñanza de las Ciencias Naturales y organizar y administrar unidades y servicios educativos relacionados con la Enseñanza de las Ciencias Naturales.

La Maestría y la Especialización en Enseñanza de las Ciencias Experimentales surgieron a partir del trabajo conjunto de docentes investigadores del Grupo de Didáctica de las Ciencias Experimentales (GIDCE) de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) y del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática de la Universidad de Santiago de Compostela (España). Actualmente más de 100 docentes han participado de estas propuestas de formación. La Maestría ha sido categorizada C por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria de CONEAU (Resolución 488/07) y la Especialización ha sido categorizada B (Resolución 485/07).

Los grupos de trabajo antes mencionados se han involucrado desde hace casi 20 años en diferentes proyectos de trabajo conjunto que han resultado muy fructíferos tanto por su continuidad como por reunir actores de distintos contextos; consolidándose a través de múltiples acciones pertinentes destinadas a la formación docente e investigación en didáctica de las ciencias.

Por su parte, los integrantes del GIDCE de la UNCPBA participan de un espacio de intercambio con docentes de los niveles educativos primario y secundario, en el que se trabaja para generar y concretar innovaciones en la enseñanza y el aprendizaje en Ciencias Experimentales. El mencionado espacio se denomina Grupo Operativo en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GODCE). Se crea en el año 1999 y desde entonces se apunta a la formación continua y permanente de los docentes en servicio, a partir de generar grupos de discusión con una estrategia de desarrollo común:

- Participación en talleres de discusión sobre contenidos de Enseñanza de las Ciencias, en los que se comparten los principales resultados de la investigación educativa en relación con la/s temática/s central/es que se aborda/n en cada taller.
- Elaboración de propuestas innovadoras: se trata de propuestas contextualizadas y posibles de ser llevadas al aula por los docentes en ejercicio que surgen del trabajo en los talleres.
- Acompañamiento del desarrollo de las nuevas propuestas en el aula: los docentes-investigadores acompañan el desarrollo de las actividades en las aulas observando, registrando datos y apoyando en el desarrollo.
- Encuentros de reflexión y de discusión: en los que se analizan los resultados de los trabajos en aula, con todo el grupo. De este trabajo conjunto surgen innovaciones, que han dado origen a publicaciones (Bertelle; Iturralde y Rocha; 2001, 2006).

Como se ha planteado, los docentes participan periódicamente de encuentros cuya finalidad es el tratamiento de diferentes temas en relación con la enseñanza de las Ciencias. A partir de estos encuentros surgen acciones concretas para implementar en las aulas.

UNA PROPUESTA DE FORMACIÓN CONTINUA SURGIDA DE EXPERIENCIAS DE TRABAJO COLABORATIVO.

Con frecuencia los trabajos producidos por formadores e investigadores quedan dentro de la propia comunidad. Si bien, de alguna manera es esa misma comunidad de profesores e investigadores la que puede recoger ideas y resultados, que indirectamente podrían impactar en la formación continua de profesorado, resulta fundamental que los materiales didácticos lleguen directamente al profesorado en ejercicio.

Los grupos de docentes investigadores de las Universidades del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) y de Santiago de Compostela (España), incluyendo también a investigadores del Departamento de Pedagogía y Didáctica de la Universidad de A Coruña, en el marco de un proyecto financiado por AECI, diseñaron seis secuencias didácticas (Cuadro 1) elaboradas desde una perspectiva integradora de los currículos de la Provincia de Buenos Aires y de Galicia, que se han compilado en un libro (Rocha, García de Cajén, Domínguez Castiñeiras (comp.), 2011).

Si bien la formación de nuevas competencias en el profesorado en ejercicio, pueden ser motivo de tratamiento en cursos de formación continua, debe asumirse que la formación también es alcanzable a través de que el profesorado disponga de nuevos materiales didácticos que integran las directrices del currículo, la experiencia de formadores de profesorado y los resultados de la investigación educativa.

Título de la secuencia	Niveles educativos	
	<i>Pcia. de Bs As (Argentina)</i>	<i>Galicia (España)</i>
<i>La materia y la energía en la nutrición de los seres vivos</i>	4to. de ES	2do. y 3ro. de ESO
<i>El aprendizaje de la visión y el color: un cambio de modo de conocer</i>	1ro. y 3ro. de ES	2do. de ESO
<i>Las matemáticas de la electricidad. El caso de la corriente continua</i>	4to. de ES	3ro. y 4to. de ESO
<i>Energía eléctrica: alfabetización para la ciudadanía</i>	4to. de ES (todas las orientaciones)	5to. de ES (orientación CN)/ 1ro. de Bachillerato
<i>La termodinámica de las reacciones químicas</i>	4to. de ES (todas las orientaciones) y 5to. de ES (orientación CN)	2do. de Bachillerato (orientación Ciencias y Tecnología)
<i>La enseñanza del Equilibrio Químico como estrategia para resignificar otros conceptos y modelos de Química</i>	4to. de ES (todas las orientaciones) 5to. de ES (orientación CN)	5to. de ES (orientación Ciencias y Tecnología)

ES: Enseñanza Secundaria; ESO: Enseñanza Secundaria Obligatoria

Cuadro 1. Temas de las Secuencias didácticas desarrolladas

Este tipo de materiales didácticos, es formativo para los docentes dado que pone de manifiesto cómo sus autores han resuelto la problemática de diseño. Si bien cada profesor tiene su propio criterio para enseñar un determinado contenido, frente a cambios curriculares, correspondería que reflexionase respecto a qué cambio implica enseñarlo. Al respecto aportan estos materiales específicamente diseñados atendiendo los nuevos enfoques. Tal como enseñar la nutrición desde enfoque de transformaciones e intercambios energéticos; la visión y el color asociados a fenómenos de intercambio energéticos; la corriente continua como oportunidad de tratar las modelizaciones matemáticas en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza; la energía eléctrica para la alfabetización de la ciudadanía desde una perspectiva CTSA; la termodinámica de las reacciones químicas dando tratamiento a sus aspectos energéticos y cinéticos; el equilibrio químico como estrategia para re-significar otros conceptos y modelos químicos.

Los materiales didácticos impactarán en la formación de los profesores en ejercicio en la medida que ellos tengan oportunidad de conocerlos, interpretarlos y asumirlos como materiales que aportan a su práctica de aula. Es necesario generar estrategias para lograrlo. En ese sentido el GODCE, presentado antes, es una cantera de posibilidades, donde el docente vivencia, analiza y se compromete con los materiales, en relación directa con los autores. Que un docente ponga en práctica una determinada secuencia didáctica, da oportunidad de tener devolución sobre los materiales, tanto para su mejora o como objeto de investigación. Las secuencias diseñadas tendrán su impacto a medida que se multipliquen las implementaciones en el aula. Pero es sabido que coincidir en tiempos y espacio entre el profesorado en ejercicio y los docentes investigadores, tiene sus limitaciones. Por eso para trascenderlas, la oportunidad se concreta creando un espacio de intercambio virtual.

El sitio “Compartiendo ciencia” es una alternativa de comunicación y cooperación entre investigadores y docentes dedicados a la enseñanza de las Ciencias Naturales, especialmente a nivel de educación secundaria, en un espacio en Internet que permite llegar a más docentes y hacer aportes a su formación continua, desde una postura de

aprendizaje colaborativo en la que el trabajo con TIC cumple un rol central (<http://ead.fio.unicen.edu.ar/mod/resource/view.php?id=1459>).

Una característica que define la posibilidad de que un grupo de docentes pueda llevar adelante trabajo de formación personal de tipo colaborativo es el hecho de tener una meta común. Todos los miembros del grupo están en un nivel de conocimiento y poseen un status, similares. Las asimetrías que pudieran darse en dichos estados, se modifican en relación con el momento y el tipo de tarea y/o de conocimiento puesto en juego. En los grupos la división de tareas no es un rasgo saliente, sino que todos los miembros realizan juntos el trabajo.

Aprovechando las potencialidades que la plataforma MOODLE ofrece respecto a los procesos comunicacionales, colaborativos y de participación, se ha pensado un espacio con diferentes alternativas de trabajo, según se trate de docentes integrantes de un proyecto o de aquellos que acceden libremente para obtener material, dar su opinión sobre las propuestas didácticas ofrecidas, contar su experiencia en la utilización de materiales obtenidos en el sitio, entre otras.

A la zona denominada “Espacio de intercambio” se accede libremente. Allí se disponen materiales para los docentes, fundamentalmente propuestas didácticas de trabajo sobre diversos temas de Ciencias Naturales, los que se hallan organizados por temas y tipo de material en el espacio de Biblioteca. Los materiales se pueden descargar una vez que se ha completado la encuesta inicial que apunta a conocer datos personales en relación con la formación de grado y desempeño profesional docente. Accediendo por primera vez y enviando la encuesta completa, inmediatamente se obtiene una clave para ingresar al espacio destinado al trabajo colaborativo. El usuario de este espacio dispone además de un Foro de intercambio, para realizar comentarios de los materiales de la biblioteca, hacer consultas, emitir opiniones y participar de las discusiones a través de un Chat.

A MODO DE SÍNTESIS

El papel del profesorado en ejercicio es sustantivo para que los cambios curriculares acontezcan en el aula. La formación docente en tiempos de cambio curricular, implica atender y aportar al profesorado el conocimiento que desde la investigación educativa representa a la mejora de la práctica en aula.

Esta formación ha de ser continua y coherente con la postura de aprendizaje y desarrollo de conocimiento profesional que se ha esbozado en este trabajo. Para ello, las instituciones formadoras han de ofrecer diversidad de propuestas pensadas desde esa óptica. Los formadores de formadores han de encontrar estrategias para la vinculación y la formación. Esto implica crear oportunidad de formación de posgrado (maestría), de actualización y ampliación de saberes (licenciatura), espacios de intercambio (GODCE) en los que se trabaje para contribuir al diseño de nuevos materiales didácticos y a la evaluación de los que el docente elabora para llevar adelante su práctica. Todo ello en un marco de trabajo colaborativo que potencie no sólo la reflexión sobre la práctica, sino también, la obtención de conocimiento nuevo en el campo de la Didáctica de las Ciencias.

Todo lo anterior requiere disponer de los tiempos y espacios adecuados por parte de los docentes y de los investigadores. La utilización de espacios virtuales pensados como herramientas para profundizar el trabajo colaborativo permite ampliar oportunidades de realimentación y apoyo a la práctica docente.

El intercambio entre docentes en ejercicio e investigadores-docentes durante la implementación en el aula de nuevos materiales curriculares es central en este tipo de propuesta de trabajo, a la vez que realimenta a la investigación educativa y contribuye a la evaluación y mejora de los materiales. Desde el punto de vista del GIDCE, es muy valioso tener la posibilidad de generar las situaciones de aula adecuadas para su estudio, a través del trabajo colaborativo entre docentes de diferentes niveles educativos y otros actores que se involucran en esta propuesta de formación continua. Recientemente se ha incorporado a esta forma de trabajo, la posibilidad de utilizar un sitio en Internet especialmente pensado, que permite mantener un intercambio continuo, abriendo a la posibilidad no sólo de lograr un mayor y más frecuente intercambio entre los actuales integrantes del GIDCE, sino también, de crear una comunidad virtual de práctica. Se puede acceder a través del sitio del GIDCE, en el apartado destinado a Proyectos (<http://ead.fio.unicen.edu.ar/course/view.php?id=47>).

La tarea de la formación de profesores supera en mucho a lo que es desarrollar una carrera de grado. En estos tiempos, los agentes implicados en la formación de los profesionales docentes deben asumir esta complejidad, en todos los órdenes.

BIBLIOGRAFÍA

Bertelle, A.; Iturralde, C. y Rocha, A. (2006). Análisis de la práctica de un docente de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación* 37(4).

Bertelle, A.; Castro, M. García, S. y Rocha, A. (2006). Aportes a la discusión acerca de la formación de docentes en ciencias, en Díaz de Bustamante, J. y Jiménez Aleixandre, M. P. (eds.). *Perspectivas sobre el aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas. Estudios en honor del profesor Eugenio García-Rodeja Fernández*, Servicio de publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela (España). Pp. 177-190.

Bertelle, A.; Iturralde, C. y Rocha, A. (2001). Características de las explicaciones dadas por docentes de EGB a algunos fenómenos cotidianos". *Revista de Educación en la Química. ADEQRA*. 7(2), 3-10.

Bertelle, A., Rocha, A. (2000). El conocimiento a enseñar, pp. 27 – 52. En: *Aportes para la Práctica Docente en Ciencias de la Naturaleza en EGB3*. U.N.C.P.B.A. Argentina.

Leinhardt, G. y Smith, D.A. (1985). Expertise in mathematics instruction: subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77, 247-271.

Pacca, J. y Villani, A. (2000). La competencia dialógica del profesor de ciencias en brasil. *Enseñanza de las Ciencias* 18 (1), 95-104

Porlán, R. y Toscano, J.; (1994). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela* 24, 49-58.

Roa, M.; Rocha, A. e Islas, S. (2007). Del conocimiento profesional docente al conocimiento pedagógico del contenido. *Memorias XV Reunión Nacional de Educación en Física. REF 15*. Versión digital.

Rocha, A.; García de Cajén, S.; Domínguez Castiñeiras, J. (Comp.) (2011). *Materiales didácticos para la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza en educación secundaria y bachillerato*. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Estudio Longitudinal de las Ideas Previas sobre la Energía en Alumnos de Bachillerato de Ciencias

Roldán-Ruíz, G., Melo, L., Mellado, V., Cañada, F.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas.
Universidad de Extremadura.06006 Badajoz. Correo:flori@unex.es.*

RESUMEN

El trabajo que se presenta es un estudio longitudinal de las ideas previas sobre la energía. El estudio se ha desarrollado con un mismo grupo de alumnos en dos cursos consecutivos, primero y segundo de bachillerato. La recogida de datos se realizó con un único cuestionario que se pasó tanto en primero como en segundo curso. El objetivo principal del trabajo ha sido comprobar si las ideas previas de los alumnos en segundo de bachillerato han evolucionado a las científicamente correctas después de la instrucción científica o, si por el contrario, son persistentes aún después de la misma. Una vez analizados todos los cuestionarios se ha constatado la presencia de ideas previas en ambos cursos, si bien se observa una evolución positiva respecto algunos conceptos, en los alumnos de segundo de bachillerato.

Palabras clave

Bachillerato, Energía, Ideas previas

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva constructivista, el diagnóstico y análisis de las *ideas previas* del alumnado es el primer paso necesario para reconstruir a partir de ellas el conocimiento escolar. En este trabajo analizamos la evolución de las ideas previas que presenta un grupo de alumnos a lo largo de dos años académicos consecutivos, primero y segundo de bachillerato, sobre la energía.

Para denominar estas *ideas* se han utilizado diferentes términos, tales como concepción alternativa, idea previa, estructura conceptual, error conceptual, ciencia de los alumnos, miniteorías, preconceptos, etc. En general, estas ideas, creencias o conceptos, son construcciones personales que los alumnos utilizan para enfrentarse a problemas o fenómenos científicos.

Los alumnos, cuando se disponen a aprender muchos de los conceptos científicos escolares, tienen ideas previas sobre los mismos y estas ideas les sirven para interpretar lo que se le está enseñando, de modo que las nuevas ideas interactúan con las ideas previas de los alumnos (Driver et al., 1989).

La energía es uno de los temas que recibe gran atención por parte del currículo de secundaria y bachillerato por su importancia social, por ser un concepto central en cualquier materia de ciencias y por su carácter multidisciplinar. Liu y McKeough (2005). Citados por Martínez y Varela, (2009) indican que la energía es un contenido que se relaciona, desde edades muy tempranas, con el desarrollo cognitivo de los alumnos.

Además, el concepto de energía está íntimamente relacionado con otros conocimientos de la física, como pueden ser: trabajo, calor o la termodinámica. Su importancia radica en la utilidad de dicho concepto en la sociedad, como son los casos de interacción ciencia-técnica-sociedad: máquinas técnicas y revolución industrial, crisis energética, energía nuclear o energías alternativas.

Para la realización de este trabajo se ha utilizado como referencia el trabajo de Bañas (2001), tanto en la fundamentación como en la elaboración del cuestionario utilizado como herramienta de recolección de datos.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Conocer la evolución de las ideas previas de un grupo de alumnos sobre la energía a lo largo de los dos años de bachillerato.

Antecedentes de la investigación

Por su amplitud y por las dificultades que presenta el alumnado en su aprendizaje, la energía es un tema de interés en numerosas investigaciones. Según los estudios realizados hasta el momento sobre los problemas de la energía, podemos decir que éstos se estructuran en tres líneas: las ideas alternativas de los alumnos, la conservación y degradación de la energía y la educación energética. A continuación, presentamos una breve revisión de los trabajos realizados sobre la enseñanza-aprendizaje de la energía en los últimos años.

El tema de la energía presenta serios problemas a la hora de su enseñanza-aprendizaje. Osborne (1999) defiende que la energía es uno de los términos menos comprendidos. Esto es debido, principalmente, a dos factores: la presencia de ideas previas en el alumnado y la dificultad en la construcción del concepto de energía.

Las dificultades que se presentan a la hora de construir el concepto de energía, al igual que las ideas previas, tienen diversos orígenes. Pacca y Henrique (2004) señalan que las distancias entre el pensamiento común y el pensamiento científico suponen una barrera en el aprendizaje. Generalmente, nos encontramos con que las ideas iniciales que el alumnado posee no coinciden con el significado científico de energía. En la educación científica es muy común encontrar un modelo realista para la explicación y un modelo instrumentalista para la predicción del mismo fenómeno. Esta situación confunde a los estudiantes si no se les explican las relaciones existentes entre ellos. Por tanto, esa falta de conexión estaría provocada en parte por la instrucción del profesor (Zamorano et al., 2006).

Solbes y Tarín (2004) ponen de manifiesto las dificultades de comprensión que se plantean a la hora de estudiar los conceptos de rendimiento y degradación de la energía. Lee y Liu (2009) utilizan la transferencia y la transformación de la energía como conceptos intermedios para la introducción de la conservación. Una vez asimilados estos términos, la conservación de la energía se introduce con un aumento del desorden (entropía), junto con las interacciones de la energía con la materia, los sistemas vivos y el sistema terrestre.

También desde el punto de vista termodinámico existen trabajos sobre las concepciones alternativas de los alumnos (Domínguez et al., 1998; Martínez y Pérez, 1997) y sus resultados nos muestran que los alumnos confunden los conceptos de temperatura y calor, y consideran al calor como la energía que poseen los cuerpos. El calor no debería concebirse como una forma de energía sino, al igual que el trabajo mecánico

macroscópico, como un proceso de intercambio y transferencia de energía (Doménech et al., 2001).

Otro reforzador de las ideas previas son diversas expresiones que aparecen en los libros de texto. Bañas et al. (2004) encuentran en libros de texto españoles expresiones como: “cuando un coche arranca, el combustible se quema, la energía química del combustible se ha transformado en energía mecánica y aumenta la velocidad”. Se pasa por alto todo lo relacionado con la degradación y se induce a pensar que toda la energía se ha transformado en energía cinética.

Objetivos específicos

1. Conocer las ideas previas de alumnos de primer curso de bachillerato en relación con la energía antes de recibir la instrucción.
2. Conocer las ideas previas de los mismos alumnos una vez recibida la instrucción, en segundo de bachillerato.
3. Analizar si después de la instrucción las ideas previas de los alumnos han evolucionado a las científicamente correctas.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta investigación es cuantitativa y se utiliza el cuestionario para la recogida de datos.

Procedimiento

Muestra

Por ser un estudio longitudinal, los alumnos que componen la muestra son los mismos en dos cursos consecutivos, primero y segundo de bachillerato (alumnos con edades entre 16 – 18 años), correspondientes a los años académicos 2009-2010 y 2010-2011, respectivamente. El número de alumnos que participaron en el estudio fue 15 en el primer año y 13 en el segundo. El centro donde se desarrolló el estudio es un Instituto Público de Educación Secundaria de la provincia de Badajoz. Siendo un muestreo no probabilístico de conveniencia, ya que el Centro no se eligió por azar sino por conveniencias personales debido a la proximidad del mismo.

Es importante señalar que el profesor ha sido el mismo en ambos cursos, por lo que la variable extraña profesor está controlada.

Recogida de datos

El procedimiento seleccionado para la recogida de datos ha sido un cuestionario elaborado a partir del diseñado por Bañas (2001), con algunas modificaciones. El cuestionario final consta de 30 ítems de pruebas de lápiz y papel del tipo elección múltiple con una o varias respuestas consideradas correctas. El cuestionario abarca las ideas previas de los siguientes conceptos: energía en general, trabajo y temperatura; transferencia, conservación y degradación, calor y temperatura, modificación de la energía en un sistema, fuentes de energía, energías alternativas y crisis energética.

Análisis

Se han comparado los resultados de los cuestionarios obtenidos en ambos cursos, para analizar en qué manera influye la realización de la intervención en las ideas alternativas del alumnado sobre la energía

Los puntos que han guiado el análisis son:

- Análisis de las ideas previas de los alumnos en primer curso de bachillerato, antes de la instrucción.
- Análisis de las ideas previas de los alumnos en segundo curso de bachillerato, después de la instrucción.
- Comparación de las ideas previas encontradas en ambos cursos.

RESULTADOS

A continuación, se presenta una muestra de los resultados obtenidos.

Comenzaremos la discusión por el ítem 2 relacionado con el principio de conservación de la energía. Las respuestas consideradas correctas se marcan con un asterisco.

2. *El profesor de idiomas llega a una clase con un radio cassette a pilas y lo pone en marcha. Al cabo de un cierto tiempo el radio cassette va sonando cada vez más bajo y termina por pararse. El profesor comenta que se han gastado las pilas. Señala entre las frases siguientes cual es la opción correcta:*

- La energía de las pilas se ha transformado en otros tipos de energías.**
- La energía de las pilas se ha transferido a otros objetos u otros sistemas.**
- Hay menos energía en las pilas.**
- La energía de las pilas ha desaparecido.*

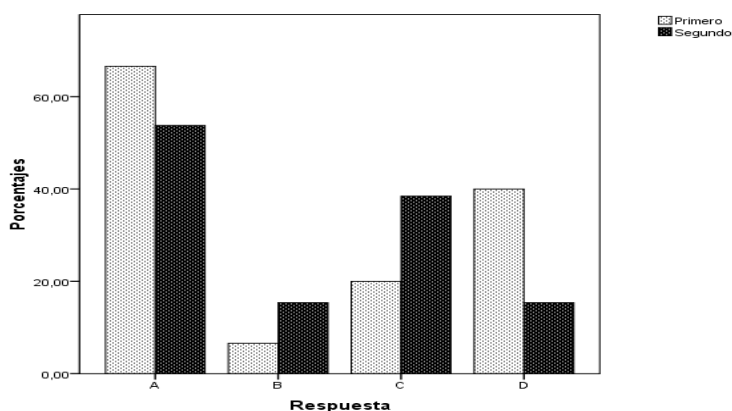


Figura 1. Gráfico de porcentajes del ítem 2.

Cómo podemos observar en la Figura 1, solo el 12,5% de los alumnos de segundo contestaron la opción errónea, mientras en primero el porcentaje fue del 40%. Una gran proporción de los alumnos de primero, no tienen en cuenta el principio de conservación de la energía. Mientras que en segundo, después de la instrucción, los alumnos han modificado esta idea.

Cabe destacar que el 66,6% de primero y el 43,8% de segundo, se decantan por la respuesta A: “la energía de las pilas se ha transformado en otros tipos de energías”. Estos alumnos tienen claro que la energía se transforma en otro tipos de energías, sin embargo, no asumen con tanta claridad que la energía se transfiera a otros objetos o

sistemas, o que haya menos energía en la pila, pues, como se puede observar en el gráfico, los porcentajes para estas respuestas son menores.

En el análisis de las respuestas del cuestionario se observa que el alumnado tiene más dificultades para identificar energías de tipo químico o potencial que las asociadas a cambios en los sistemas. Seguidamente, se muestra un ejemplo de la energía química asociada a los alimentos.

30. *Un atleta toma un bocadillo de jamón serrano antes de correr. Señala la opción correcta:*

- a) *El bocadillo no tiene energía.*
- b) *El bocadillo crea energía química que es almacenada en los músculos.*
- c) *El bocadillo tiene energía química que es transferida a las personas.**
- d) *El bocadillo transforma la energía química en movimiento.*

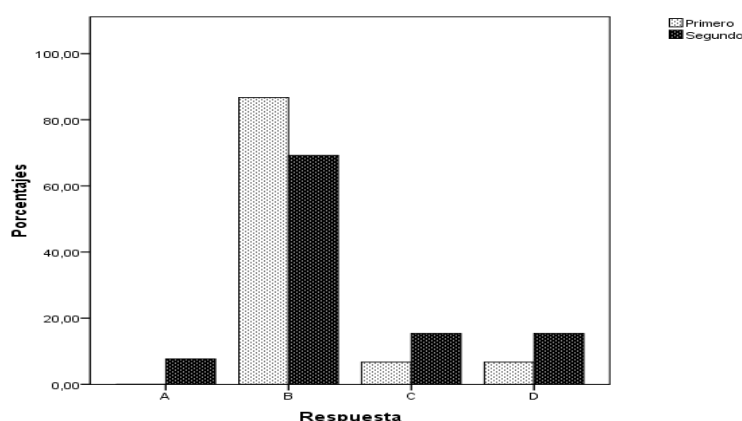


Figura 2. Gráfico de porcentajes del ítem 26.

El 7,7% de los alumnos de segundo consideran que el bocadillo no tiene energía. Estos alumnos no están teniendo en cuenta la energía de tipo químico que tienen todos los alimentos. El 86,7% de alumnos en primero y el 69,23% en segundo, piensan que el bocadillo crea energía química que es almacenada en los músculos. Tan sólo el 15,38% de alumnos en segundo y el 6,7% en primero, opina que el bocadillo tiene energía que es transferida a las personas. El mismo porcentaje, pero al contrario, 6,7% en primero y 15,38% en segundo, tiene la idea de que el bocadillo tiene la capacidad de transformar la energía química en movimiento. Los resultados obtenidos son muy similares a los obtenidos por Bañas (2001), ya que en ninguno de los dos trabajos hay una inclinación clara por la respuesta C, pero sí por la B.

En este ítem comprobamos que, a pesar de la información que se detalla en las etiquetas de todos los productos alimentarios en referencia con los aportes energéticos de los mismos, los alumnos no consideran la energía de tipo químico. Además esta idea, persiste después de la instrucción ya que el porcentaje de alumnos que contestan la opción correcta apenas aumenta en segundo curso.

CONCLUSIONES

A continuación, exponemos las principales conclusiones que se han obtenido después del análisis de los cuestionarios realizados por los alumnos en los dos cursos sucesivos de bachillerato.

En general, en ambos cursos se presentan resultados similares, por lo que hay ideas previas que persisten después de la instrucción. No obstante, hay algunos ítems en los que se ha observado una evolución positiva, por lo que entendemos que ha habido una evolución hacia la interpretación científica correcta después de la instrucción.

En primer lugar, se recogen las ideas alternativas que se han detectado en los alumnos en general. Entre ellas cabe destacar:

- No consideran ni el principio de conservación ni el de degradación de la energía. Tienden a pensar que la energía desaparece, por lo tanto, no se conserva aunque haya una parte que se degrade.
- No se tiene un concepto claro de energía potencial y energía cinética.
- Existe tendencia a asociar energía con: llama, calor, movimiento, combustión.
- Los alumnos relacionan el hecho de descansar con ganar energía, y que un gran esfuerzo físico tiene como consecuencia consumo de energía.
- La mayoría consideran el calor como una propiedad intrínseca de los cuerpos y no como un mecanismo de transferencia de energía. Piensan que el calor es una forma de energía y no interpretan el concepto como un proceso de transferencia o modificación de energía. Creen que el calor se puede medir y lo identifican con la temperatura.
- La mayoría de los alumnos no tienen en cuenta que todo sistema tiende al equilibrio térmico independientemente de su composición material. También afirman que la temperatura aumenta proporcionalmente con la masa.
- La energía química no es considerada una forma de energía.

En segundo lugar, se muestran las ideas que han experimentado una evolución a las científicamente correctas después de la intervención:

- Se tiene en cuenta el principio de conservación de la energía así como la degradación de la energía.
- Se diferencia entre energía potencial y energía cinética.
- No se identifica descansar con ganar energía y esfuerzo físico con mayor consumo de energía.
- Se admite que la temperatura permanece constante mientras se produce un cambio de estado.
- Se considera el calor como una energía en tránsito y no como un componente material del sistema.

Agradecimientos

L. Melo agradece a la Universidad de Extremadura la concesión de una beca predoctoral.

BIBLIOGRAFÍA

- Bañas, P. C. (2001). Ideas alternativas sobre la energía en los alumnos del primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. Trabajo de Grado. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura.
- Bañas, C., Mellado, V. & Ruiz, C. (2004). Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer Ciclo de educación secundaria obligatoria. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 21(3), 296-312.
- Domenech, J.L., Gil-Pérez, D., Gras, A., Martínez, J., Guisasola, G. & Salinas, J. (2001). La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 14 (1), 45-60.
- Domínguez, J.M., De Pro, A. & García-Rodeja, E. (1998). Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), 161- 175.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1989). Algunas características de las ideas de los niños y sus implicaciones en la enseñanza. En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (eds.): *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid Morata. 291-304.
- Lee, H-S. & Liu, O. U. (2009). Assessing learning progression of energy concepts across middle school grades: The knowledge integration perspective. *Science Education*, 94 (4), 665-688.
- Martínez, J.M. & Pérez, B.A. (1997). Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la terminología básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), 287-300.
- Martínez, M. M. & Varela, M. P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 27 (3), 343-360.
- Osborne, M.D. (1999). Pedagogía sensible a la ciencia en una democracia: una enseñanza peligrosa. *Revista de Estudios del Currículum*, 2 (2), 170-184.
- Pacca, J. & Henrique, K. (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (1), 159-166.
- Solbes, J. & Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), 185-194.
- Zamorano, R. O., Gibbs, H. M., Moro, L. E. & Viau J. E. (2006). Evaluación de un modelo didáctico analógico para el aprendizaje de energía interna y temperatura. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3 (3), 392-408.

Identificación de ideas previas sobre los conceptos de individuo, población y especie en el alumnado de secundaria.

Romero-López, M.C., Jiménez-Tejada, M.P., Merino-Espinosa, G., González-García, F.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada. pjtejada@ugr.es

RESUMEN

La Teoría evolutiva es uno de los pilares de la biología, esencial para que alumno comprenda la existencia de cuanto lo rodea. Un aspecto a tener en cuenta, para mejorar la comprensión de la misma, sería preguntarnos si los obstáculos que aparecen durante el aprendizaje de la evolución que presentan los alumnos están relacionados con las dificultades en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de individuo, población y especie. En el presente trabajo, mediante un test ya validado, hemos observado cómo la mayoría de los alumnos de los dos centros estudiados tienen una tendencia generalizada a relacionar los tres términos con la actividad humana. Esta tendencia fue más marcada en el primer ciclo de la E.S.O. y en 1º Bachillerato de Humanidades posiblemente influenciadas en este último caso por asignaturas relacionadas con la especialidad, además del uso de dichos términos en el lenguaje cotidiano.

Palabras clave

Ideas previas, individuo, población, especie, secundaria

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, numerosos trabajos han mostrado como los alumnos poseen conocimientos o ideas preestablecidas sobre diversos temas, denominadas ideas previas, preconcepciones, ciencia del alumno, etc. (Ayuso y Banet, 1998; Flores et al, 2002; Trinidad-Velasco y Garritz, 2003; Bello, 2004; Treagust, 2011; Punteer et al, 2011) y que surgen como necesidad de los alumnos para comprender su entorno, dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, basándose sobre todo en experiencias cotidianas (Preece, 1984; Bello y Valdez, 2002; Bello 2004). Los trabajos surgidos de la investigación de estas ideas previas han suministrado una información valiosa sobre las dificultades que experimentan los estudiantes en el aprendizaje de conceptos científicos (Jiménez y Fernández, 1989). Una de las características que dificultan que los alumnos cambien esos errores conceptuales hacia las ideas aceptadas por la comunidad científica, y conseguir así una correcta comprensión de las ciencias, es que resultan difíciles de cambiar y, a pesar de la instrucción escolar, persisten en muchos casos hasta la edad adulta.

La gran relación existente entre las ideas que mantienen los profesores de ciencias y las que desarrollan los alumnos (Rampal, 1992, Gil, 1994; Gustafson y Rowell, 1995; Gil et al, 1994) muestra que parte del origen de esas ideas previas sea influenciado, de manera explícita o implícita, por el profesor en la transmisión del conocimiento científico de las

clases teóricas, su organización, métodos de enseñanza, resolución de problemas, etc. (Linder, 1992; Meichtry, 1993). Por tanto, los profesores deben ser conscientes de que es responsabilidad de los educadores conocer las ideas previas que tienen los alumnos y aprovechar la actitud positiva de los alumnos hacia las ciencias y a su aprendizaje (Mazzitelli y Aparicio 2009) para identificarlas y modificarlas.

Un aspecto a tener en cuenta, para mejorar la comprensión de la teoría de la Evolución, sería preguntarnos si los obstáculos que aparecen durante el aprendizaje de la evolución que presentan los alumnos están relacionadas con las dificultades en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de individuo, población y especie, conceptos básicos sobre los cuales poco se ha investigado pero mucho se ha discutido (Develay y Ginsburger-Vogel, 1986 y Berzal de Pedrazzini y Barberá, 1993, Jiménez-Tejada, 2009). En el presente trabajo buscamos mediante la utilización de un test ya validado, conocer las dificultades en el aprendizaje de dichos conceptos y su aplicación en casos prácticos, en estudiantes de educación secundaria de dos centros próximos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra:

En el estudio han participado 318 estudiantes de dos centros educativos de la provincia de Granada, 217 de E.S.O y 101 de 1º Bachillerato.

Metodología:

Para la obtención de ideas alternativas se ha utilizado un test validado y utilizado previamente por Berzal de Pedrazzini (2001) y Jiménez-Tejada (2009), pero modificado para el nivel en el que vamos a trabajar (**Anexo 1**). La prueba consta de dos preguntas de tipo abierto en las que el alumnado debe diferenciar entre los conceptos de:

- a) individuo y población
- b) población y especie.

Se establecieron varias categorías para las respuestas de los alumnos, siguiendo las ya descritas por Berzal de Pedrazzini (2001) y modificadas posteriormente por Jiménez-Tejada (2009) (**Anexo 2**). A continuación se ordenaron las respuestas asignándoles un número, el de menor valor para la ausencia de respuesta, respuestas incoherentes o disparatadas, y el mayor a la más adecuada. Finalmente, para valorar la percepción del grado de dificultad de la prueba, a la hora de realizar el cuestionario, se le pidió al alumnado participante que indicara entre 3 valores (difícil, normal y fácil) cómo les había resultado el cuestionario.

Estudio estadístico:

Para averiguar el porcentaje de respuestas recibidas por categoría y curso se ha realizado un análisis de distribución de frecuencias. Puesto que no ha sido posible agrupar categorías para disminuir el efecto de celdillas vacías (pooling procedure) Zar (1996) no se ha realizado análisis estadístico para evaluar las diferencias por curso. Para comprobar el grado de correlación entre variables ordinales con datos apareados se ha utilizado la correlación de rangos de Spearman. Para estos análisis se ha utilizado el programa informático JMP 7. Para conocer si existe relación entre el grado de dificultad percibido por el alumnado y sus respuestas se le dio un valor numérico a cada grado de dificultad (3=Fácil, 2=Normal, 1=Difícil) y posteriormente se realizó un análisis de correlación no paramétrica de Spearman.

RESULTADOS

a) Diferencias entre individuo y población.

La mayoría de estudiantes de todos los niveles relacionan los términos de individuo y población con los humanos, no existiendo respuestas de categorías superiores en el alumnado del primer ciclo de la E.S.O (Tabla 1). En 1º Bachillerato, el número de respuestas antropomórficas (Nivel 1) fue superior para la especialidad de letras que de ciencias. Llama la atención que el número de respuestas incoherentes o disparatadas (Nivel 0) haya sido mayor en el grupo de ciencias.

Grupo	Nivel	0	1	2	3	4	n
1 ^{er} Ciclo		20'6	67'4	12'0	0	0	175
3º E.S.O.		8'7	43'5	47'8	0	0	23
4º E.S.O.		15'8	47'4	26'3	5'3	5'3	19
1º Bachillerato ciencias		21'74	17'4	47'8	13'0	0	23
1º Bachillerato letras		14'1	74,4	7,7	0	3'8	78
Total		17'9	62'6	17'0	1'3	1'3	318

Tabla 1. Porcentaje de respuestas obtenidas para cada uno de los niveles en función de los diferentes grupos siendo *n* el número total de respuestas por grupo.

b) Diferencias entre población y especie.

En este apartado hay un gran número de estudiantes que no saben responder o que no lo hacen adecuadamente, independientemente del curso en el que se encuentran. Solo en el grupo de 1º Bachillerato de ciencias se obtiene el mismo porcentaje de respuestas en la categoría 3 (Tabla 2). Los alumnos de 1º Bachillerato de letras y 3º E.S.O. son los que tienen una mayor visión antropomórfica del concepto de especie y población. Curiosamente los grupos del primer ciclo, aunque en porcentajes muy bajos, son los únicos que indican que la especie está integrada por varias poblaciones con o sin mención de reproducción. A su vez contienen respuestas de nivel 5 junto con los alumnos de 1º Bachillerato de ciencias cuyo valor es superior.

Grupo	Nivel	0	1	2	3	4	5	n
1 ^{er} Ciclo		45'7	20'0	0'6	28'6	2'3	2'9	175
3º E.S.O.		60'9	30'4	8'7	0	0	0	23
4º E.S.O.		52'7	10'5	5'3	31'6	0	0	19
1º Bachillerato ciencias		34'8	13'0	4'4	34'8	0	13'0	23
1º Bachillerato letras		42'3	38'5	0	19'2	0	0	78
Total		45'6	24'2	1'6	24'8	1'7	2'5	318

Tabla 2. Porcentaje de respuestas obtenidas para cada uno de los niveles en función de los diferentes grupos, siendo *n* el número total de respuestas por grupo.

c) Correlación entre el grado de dificultad de la prueba y las respuestas dadas por cada estudiante.

Los resultados obtenidos en los dos centros mostraron que a 177 estudiantes les resultó difícil la prueba, a 86 les resultó normal y a 52 fácil. Teniendo en cuenta estos datos, el estudio estadístico no mostró correlación entre el grado de dificultad y las categorías de las respuestas dadas por los alumnos en las dos preguntas ($\rho=0'090$, $n=318$, $p=0'1077$ y $\rho=0'090$, $n=318$, $p=0'1077$ para el apartado a y el apartado b respectivamente).

La percepción de la dificultad de la prueba fue distinta entre el alumnado de los dos centros, obteniéndose diferencias significativas ($\chi^2=19'192$, $g.l.=2$, $p<0'001$). A más de la mitad de los alumnos del Centro 1, les resultaron difíciles las preguntas de los cuestionarios. Aunque el número de estudiantes que contestaron que la prueba era fácil fue mayor en el Centro 2, los datos obtenidos para el grado de dificultad normal son similares en ambos (Tabla 3).

Centro	Dificultad	Difícil	Normal	Fácil	n
Centro 1		66'7	24'5	8'8	159
Centro 2		45'5	30'1	24'4	156
Total		56'2	27'3	16'5	315

Tabla 3. Porcentaje del grado de dificultad percibido por los alumnos de cada centro, siendo n el número total de respuestas por centro escolar.

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

La pregunta en la que hay que diferenciar individuo y población es la más propensa a verse influenciada por una visión antropocéntrica. En los resultados se puede apreciar que en las respuestas del alumnado hay una tendencia generalizada a relacionar la pregunta con la actividad humana. Este hecho es bastante común y coincide con otros trabajos previos (Jiménez-Tejada, 2009; Sánchez-Cañete y Pontes, 2010). Esta tendencia fue más marcada en el primer ciclo de la E.S.O. y en 1º Bachillerato de Humanidades. Es posible que en este último caso también las respuestas estuvieran influidas por asignaturas como la filosofía o geografía, además del uso de dichos términos en el lenguaje cotidiano. En el caso de los ciclos superiores los porcentajes más bajos en la categoría 1 se dan en el grupo de 1º Bachillerato de Ciencias, probablemente se deba a la influencia de la instrucción. El haber cursado asignaturas de ciencias o letras, puede condicionar lo que el alumnado posteriormente recuerda (Jiménez Tejada, 2009).

La influencia de la experiencia cotidiana también se ha apreciado en las respuestas. Por ejemplo, definir individuo como “una persona desconocida” puede deberse en parte al uso cotidiano que se hace de dicha palabra. Esta influencia podría dificultar el cambio conceptual haciendo difícil erradicar estas ideas antropocéntricas. Estos datos coinciden con los trabajos anteriores de Jiménez-Tejada (2009) y Sánchez-Cañete y Pontes (2010), donde también los alumnos tienden a relacionar los conceptos de individuo y población con los humanos.

La mayor dificultad de los alumnos parece surgir en el momento de diferenciar población y especie, independientemente del curso en el que se encuentran, porque aumenta considerablemente el número de respuestas incluidas en la categoría 0.

Por las respuestas dadas a esta pregunta, creemos que es muy posible que el alumnado no conozca bien el significado de especie, especialmente en 1º y 2º E.S.O. Sin embargo, es en estos cursos, junto al bachillerato de ciencias, donde hay algunas respuestas en las categorías más altas, lo que puede ser explicado porque se incluyen en los contenidos del curriculum oficial. A pesar de todo, el número de respuestas en estas categorías es escaso. Podrían ser dos las causas de dichos resultados: la influencia del lenguaje cotidiano y la metodología empleada para la enseñanza-aprendizaje de ambos términos.

En esta pregunta también se observa la influencia del antropocentrismo aunque también hay respuestas en las que se pone de manifiesto el pensamiento tipológico. Ese tipo de respuestas puede estar influido en gran medida por el uso coloquial que se hace de la palabra especie (Jiménez-Tejada, 2009). Coincidimos con esta autora en que esto dificultaría el cambio conceptual en el alumnado puesto que dicho pensamiento es muy frecuente incluso entre alumnado universitario de la licenciatura de biología (Jimenez-Tejada, 2009).

Los grupos de Bachillerato de letras y 3º E.S.O., son los que tienen una mayor visión antropocéntrica del concepto de especie y población. Posiblemente para el alumnado de 3º E.S.O., la explicación se encuentre en que los contenidos que se trabajan a este nivel en las asignaturas de biología-geología, mayoritariamente están relacionados con las tres funciones vitales de la especie humana. Los resultados para el alumnado de 1º Bachillerato de letras se podrían justificar por dos motivos: el último curso en el que vieron contenidos de biología fue en 3º E.S.O., aplicados como ya se ha dicho al ser humano, y por otro lado, los contenidos de asignaturas de humanidades y sociales pueden influir en esa visión antropocéntrica de los conceptos.

Respecto a la dificultad del cuestionario percibida por el alumnado, las personas que opinaron que es fácil no contestaron mejor o peor que las que opinaron que la prueba fue difícil. Al ser una encuesta anónima y no suponer un riesgo para la calificación final, si encontraban alguna dificultad para responder, sencillamente no lo hacían o contestaban cualquier cosa. Aquellos que pensaban que era fácil, podían pensarlo así porque estaban seguros de sus respuestas, independientemente de que fuesen o no correctas. Sin embargo, los que contestaron que la prueba fue difícil, es muy probable que respondieran cualquier cosa para terminar pronto. Para algunos las respuestas eran similares a las que se hacen con frecuencia en clase, es por ello que consideraron que la prueba fue normal, así si había alguna dificultad, podían no contestar o hacerlo de manera aleatoria, sin pensar.

En general los alumnos tienen una visión de los tres conceptos muy antropocéntrica, relacionándola en muchos casos con la definición que se da en el lenguaje cotidiano, y que no es del todo errónea ya que coincide con la definición de la Real Academia Española, pero que lógicamente no están relacionadas con la biología. Partiendo de estos hechos es recomendable que el profesorado busque alternativas para facilitar el cambio de esa visión tan patente entre el alumnado. Esta tarea no debe recaer únicamente entre el profesorado de ciencias sino que ha de compartirse con otras disciplinas como las matemáticas o la geografía. Jiménez Tejada et al. (2009) apuntan algunas sugerencias de colaboración desde ambas asignaturas para mejorar la enseñanza del concepto de población. Así, se sugiere el interés de incluir con más frecuencia entre los ejemplos y ejercicios de estadística, poblaciones de otras especies diferentes a la humana. Otra posibilidad, válida tanto para biología como para sociales, es incluir gráficas de pirámides de población del ser humano al lado de las de otras especies. Esto permitiría la comparación de diferentes especies y también ayudaría a considerar al ser humano como otro animal más.

Dado que el papel del docente es fundamental para contribuir al cambio conceptual de sus alumnos, sería conveniente que percibiera la necesidad de estar formándose continuamente a lo largo de los años, y de participar en investigaciones educativas para así mejorar y enriquecer su metodología. Las diferentes metodologías utilizadas por los profesores y los libros de texto utilizados como apoyo podrían explicar las diferencias significativas encontradas en la apreciación de la dificultad del test entre los dos centros de estudio.

Los libros de texto utilizados durante el desarrollo de la asignatura, pueden jugar un papel importante en la comprensión de estos conceptos. Merino (2011) analizó en los libros de secundaria la definición de los tres conceptos y las imágenes que llevaban asociados, observando que no aparecían definidos en temas con los que se relacionaban como el de evolución, el de taxonomía, el de genética o el de ecología. Además, no era usual encontrarlos asociados a una imagen o ésta era con frecuencia inadecuada, lo que podría dificultar su comprensión. La visión tipológica estaba favorecida por imágenes de especies en las que aparecía un único individuo, mientras que la visión antropocéntrica se reforzaba al relacionar el término especie casi en exclusivo a los humanos.

Son éstas causas suficientes para continuar trabajando los términos de individuo, población y especie a lo largo de toda la vida académica del alumno y no sólo desde la biología. La relación de dichos términos con diversas ramas de la biología puede ser un motivo de interés para transmitir al alumnado una visión menos compartida y más integradora de la biología.

No debemos desdeñar el papel del nuevo Máster de Secundaria, ya que se muestra como el foro perfecto para dar a conocer la importancia de las ideas previas del alumnado, de mostrar las ventajas e inconvenientes del uso de los libros de texto, mostrar el amplio abanico de recursos con los que se puede contar y sobre todo de fomentar la investigación. Solo de esta manera se podrá dar respuesta a las necesidades educativas actuales sin caer en el acomodamiento que supone utilizar los recursos tradicionales y las actividades que se proponen desde los libros de texto.

BIBLIOGRAFÍA

Ayuso, E. G. & Banet, E. (1998). Relaciones Genética-Evolución en la educación secundaria. Concepciones de los alumnos y actividades de enseñanza en el marco del constructivismo. *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, 2, 43-54. Murcia.

Bello S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-217.

Bello, S., & Valdez, S. (2003). Las ideas previas en la enseñanza y aprendizaje de la Química. Comunicación presentada en III Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química, La Plata, Argentina.

Berzal de Pedrazzini, M. & Barberá, O. (1993). Ideas sobre el concepto biológico de población. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 149-159.

Berzal de Pedrazzini, M. (2001). *El concepto biológico de población y su campo conceptual en la educación secundaria*. Tesis doctoral, Universidad de Valencia, Valencia.

Develay, M., & Ginsburger-Vogel, V. (1986). Population. *Aster*, 3, 19-71.

- Flores, F. (2002). Ideas previas. Ultimo acceso el 2 Junio de 2011, desde <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>
- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.
- Gustafson, B.J., & Rowell P.M. (1995). Elementary preservice teachers constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 17, 589-605.
- Jiménez Aleixandre, M. P., & Fernández, J. (1989). ¿Han sido seleccionados o se han acostumbrado? *Infancia y aprendizaje*, 47, 67-81.
- Jiménez Tejada, M.P. (2009). *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada.
- Linder, C. (1992). Is teacher-reflected epistemology a source of conceptual difficulty in Physics? *International Journal of Science Education*, 14, 111-121.
- Mazzitelli, C.A., & Aparcio, M.T. (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 193-215.
- Meichtry, Y.J. (1993). The impact of science curricula on students' views about the nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 429-443.
- Merino, G. (2011). *Tratamiento de los conceptos de individuo, población y especie en los libros de texto de secundaria*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Granada. Granada.
- Punter, P., Ochando-Pardo, M., & Garcia, J. (2011). Spanish Secondary School Students' Notions on the Causes and Consequences of Climate Change. *International Journal of Science Education*, 33(3), 447-464.
- Rampal, A. (1992). Images of science and scientist: A study of school teachers' views I: Characteristics of scientists. *Science Education*, 76, 415-436.
- Sánchez-Cañete, F.J., & Pontes, A. (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7, 270-285.
- Treagust, David F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students, misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Trinidad-Velasco, R., & Garritz, R.A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia, *Educación Química*, 14(2), 72-85.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*, 3rd ed., Estados Unidos: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

ANEXO 1

Cuadro 1. Encuesta ofrecida a los estudiantes objeto de este estudio.

Nombre y apellidos (sólo si desea identificarse):

Explica las diferencias que existen entre los siguientes pares de palabras:

a) Individuo y población.

b) Población y especie.

ANEXO 2

Individuo y población

Nivel 0. No contesta o contestación no clasificable: Se incluye aquí tanto la ausencia de respuesta como la respuesta que por ser disparatada o incoherentes no puede clasificarse.

Nivel 1. Mención exclusiva a seres humanos y su población con o sin mención de espacio y/o tiempo: Se relaciona al individuo y a la población con los seres humanos sin mencionarse a otros seres vivos, pudiendo o no especificarse espacio y/o tiempo.

Nivel 2. El individuo como uno y la población como muchos, sin mención del concepto de especie: Se identifica cada concepto con el número de seres pero sin mencionar en ningún momento la especie.

Nivel 3. Se considera el concepto de especie al hablar de la población: Cuando se define a la población como conjunto de seres de la misma especie.

Nivel 4. Nivel 2 y/o Nivel 3 incluyendo las variables de espacio y/o tiempo: Respuestas que se podrían incluir en el nivel 2 o en el 3 pero que incluyen las variables de espacio y/o tiempo.

Población y especie

Nivel 0. No contesta o contestación no clasificable: Se incluye aquí tanto la ausencia de respuesta como la respuesta que por ser disparatada o incoherente no puede clasificarse.

Nivel 1. Menciones antropomórficas o ligadas al concepto de raza para la población: Se relaciona a la población y a la especie con el ser humano. Los seres humanos con diferentes características se asocian a grupos de especies distintas

Nivel 2. Confusión de especie con reino. Confusión de población con comunidad: Cuando se habla de especies animales, vegetales, o cuando se identifica población con comunidad al especificar que una población está integrada por especies diferentes.

Nivel 3. Definición tipológica (morfológica de especie): Los seres vivos con características similares se agrupan en la misma especie.

Nivel 4. Especie integrada por varias poblaciones con o sin mención de reproducción: La especie puede estar formada por numerosas poblaciones. Las poblaciones suponen un espacio y tiempo concreto pero no así la especie.

Nivel 5. Se considera la interfecundidad entre individuos: Se menciona la posibilidad de reproducción entre miembros que pertenecen a la misma especie. Se puede incluir además el que la descendencia obtenida sea fértil pero en ningún momento se habla de que haya aislamiento reproductor con respecto a otras especies diferentes.

Nivel 6. Concepto biológico de especie: Poblaciones interfecundas aisladas reproductivamente de otros grupos análogos. Se puede mencionar la existencia de flujo génico en individuos que pertenecen a la misma especie.

La realización de gráficos como medio de aprendizaje en Biología

Ruiz-Gallardo, J.R.¹, Valdés, A.², Sáez, J.M.³, Roldán, J.⁴

¹Departamento de Pedagogía, ²D. de Ciencias Ambientales, ³CRA “Laguna de Pétrola”, ⁴CRA “Sierra de Mojantes”. ^{1,2}Universidad de Castilla-La Mancha. Facultad de Educación de Albacete. ³Pétrola (Albacete). ⁴Caravaca de la Cruz (Murcia)
josereyes.ruiz@uclm.es

RESUMEN

El trabajo muestra cómo la elaboración de una sección transversal humana por parte de los alumnos puede destapar serios errores en estos, difíciles de detectar por cuestiones tradicionales o secciones frontales. Con este medio, los alumnos se hacen conscientes de sus deficiencias preparándolos para aprender de una manera más profunda y constructiva.

Palabras clave

Biología, magisterio, sección transversal humana.

INTRODUCCIÓN

La información visual ha sido siempre un forma de aprendizaje (Burnmark, 2002) y se encuentra cada vez más presente en los libros de texto (Pettersson, 2002), no sólo porque los hace más atractivos, sino porque mejora el aprendizaje (Reid, 1990). Los gráficos se han utilizado como medio para potenciar y evaluar habilidades de pensamiento de orden superior (Avargil, Herscovitz & Dori, 2012), y según Salomon (1998), la producción de gráficos es una forma de hacer aprendizaje constructivista.

Es por ello que la capacidad para interpretar, entender y crear información visual parece haberse convertido en algo de vital importancia en la sociedad actual (Yeh & Cheng, 2010), en lo que se viene a llamar alfabetización visual (Burnmark, 2002).

Para que sea efectivo en enseñanza, es necesario que aparezca un lenguaje iconográfico adecuado (Kearsey & Turner, 1999), vínculos entre el gráfico y el texto (Wright, 1981) y que estos no den más información de la necesaria (Canham & Hegarty, 2010). No obstante, el pensamiento espacio-visual ha sido descuidado y visto como un obstáculo para la creatividad y comunicación científica (Mathewson, 1998). Por ello es importante, un adecuado adiestramiento de los estudiantes para que estén capacitados para su correcta interpretación (Glasgow, 1994).

Por otro lado, en la mayoría de los textos de biología las secciones anatómicas, suelen aparecer individualizadas por aparatos, y en sección frontal (Bandiera & di Miano, 2001). Ello puede ocasionar un desconocimiento sobre la ubicación general de diferentes aparatos y órganos en un corte transversal. También es frecuente la idea de que los diferentes órganos se encuentran “flotando”, en el cuerpo, sin sujeción a otros elementos.

Finalmente, es una realidad que los estudiantes de magisterio necesitarán, en su posterior desarrollo profesional, seleccionar y crear materiales visuales, que utilizarán

con sus alumnos para explicar determinados conceptos, no sólo de Biología, sino también de otras materias. Por ello, el objetivo de este trabajo ha sido explorar cómo representan los futuros maestros espacialmente una sección transversal humana, es decir, su nivel de pericia. Por otro lado, averiguar los conocimientos, y errores frecuentes en el gráfico.

MÉTODO

Los estudiantes sujeto de estudio han sido 90 (85% mujeres, 15% hombres), de 2º curso (2009-2010) de Educación Primaria. Todos participan en la asignatura Ciencias de la Naturaleza II, que implica contenidos de Biología y Geología. En relación a Biología, tras explicar y trabajar de diferente modo los distintos aparatos del cuerpo humano, siempre utilizando como esquemas de apoyo, secciones de planos coronales (frontales), en un examen parcial se les pide que dibujen e indiquen todo lo que se vería en una sección transversal a la altura del pecho. Se les pone como ejemplo, ante su extrañeza, el tocón de un árbol al talarlo, en el que se verían sus anillos de crecimiento y su corteza. Tras la revisión y el análisis pormenorizado de los esquemas realizados, posteriormente, en clase se les plantean unas preguntas que responden individualmente, y que aclaran determinados aspectos, validan interpretaciones y ayudan a entender mejor los resultados y sus causas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la prueba realizada a 90 alumnos, arroja los resultados de la tabla 1. De los 90 alumnos, 30 dejan la pregunta en blanco y 6 hacen un corte transversal de otra cosa (esófago, pierna, elementos ininteligibles, etc.). Los resultados se exponen desde los dos puntos de vista: a) iconográfico y de producción del esquema y b) de conocimientos o aciertos y de los errores conceptuales detectados.

a) Producción gráfica: destaca la escasa calidad de los esquemas elaborados (figura 1). En su gran mayoría, los órganos representados ocupan menos de un cuarto del espacio total de la sección, dejando el resto de la cavidad torácica vacía (figura 1a). Las respuestas de los alumnos fueron que ese espacio estaba constituido por agua (26% de las respuestas), grasa (14%), aire (9%), sangre (5%) otros fluidos (11%) no lo saben (35%).

Menos del 25% de los alumnos que realizan la prueba colocan los elementos de forma razonable en el corte, lo que significa que están todos los elementos necesarios y ubicados más o menos en su lugar, aunque aparezca el citado espacio vacío (figura 1b). Llama la atención que más de la mitad de los alumnos, agrupan todos los órganos situándolos en forma de una “isla” flotando en la nada (figura 1a, 1d). Otros (15%), los distribuyen en el espacio de una manera aislada, como un “archipiélago” (figura 1c). Ante la pregunta de cómo se mantienen esos órganos a esa altura, sin moverse cuando cambiamos de posición o saltamos, el 73% respondió que “no tenía ni idea”. Sólo un 12% indicó que había tejidos que unían unos órganos a otros y éstos a otras partes de la arquitectura corporal, como a los huesos.

También llama la atención que, a pesar de que la pregunta especificaba un corte transversal y de exponer el ejemplo del tocón del árbol, durante su ejecución casi el 28% de los alumnos optan por hacer un corte según un plano frontal. Preguntados, su respuesta común fue que, no tenían una visión clara de qué se vería, y pensaron que el error era menor, si hacían un corte frontal, como los que habían estudiado.

Como vemos, queda evidenciada una clara limitación de los alumnos de magisterio ante la confección de una sección transversal humana. Aparece un subdimensionamiento (fig. 1a, c) de los órganos (Bandiera & di Miano, 2001), una agrupación de los mismos o una dispersión en el espacio torácico, sin apenas vínculos entre ellos ni elementos que los ligen al entorno. Todo ello confirma la hipótesis de que la competencia de producción esquemática no está suficientemente cultivada en estos alumnos, y es necesario su adiestramiento para potenciarla (Glasgow, 1994).

		Nº	%
Pruebas	Efectuadas	54	
	No contestadas	30	
	Corte de otra cosa	6	
	Total	90	
Producción gráfica	Adecuada utilización del espacio	3	5,5
	Colocación de los elementos razonable	13	24,1
	Presencia de espacios vacíos	42	77,8
	Colocación en forma de “isla”	31	57,4
	Colocación en forma de “archipiélago”	8	14,8
	Aparece conexión entre órganos	37	68,0
	Aparece alguna unión a otros elementos	6	11,1
	Corte frontal	15	27,8
Objetos representados	Corazón	37	68,5
	Pulmones	53	98,1
	Columna vertebral	18	33,3
	Caja torácica	17	31,5
	Esternón	7	13,0
	Piel y capas subcutáneas	13	24,1
	Esófago	14	25,9
	Musculatura	6	11,1
Ambigüedades y errores	Tráquea (presencia)	25	46,3
	Costillas coplanares y continuas	17	31,5
	Columna dentro o fuera de la caja torácica	2	3,7
	Otros elementos (riñones, intestino, etc.)	23	42,6
	Elementos microscópicos (representados)	13	24,1
	Esófago delante de pulmones	5	9,3
	Corazón lado derecho o detrás de pulmones	8	14,8
	Corazón de forma cordada	5	9,3

Tabla 1. Resultados del análisis del corte transversal humano a nivel del pecho.

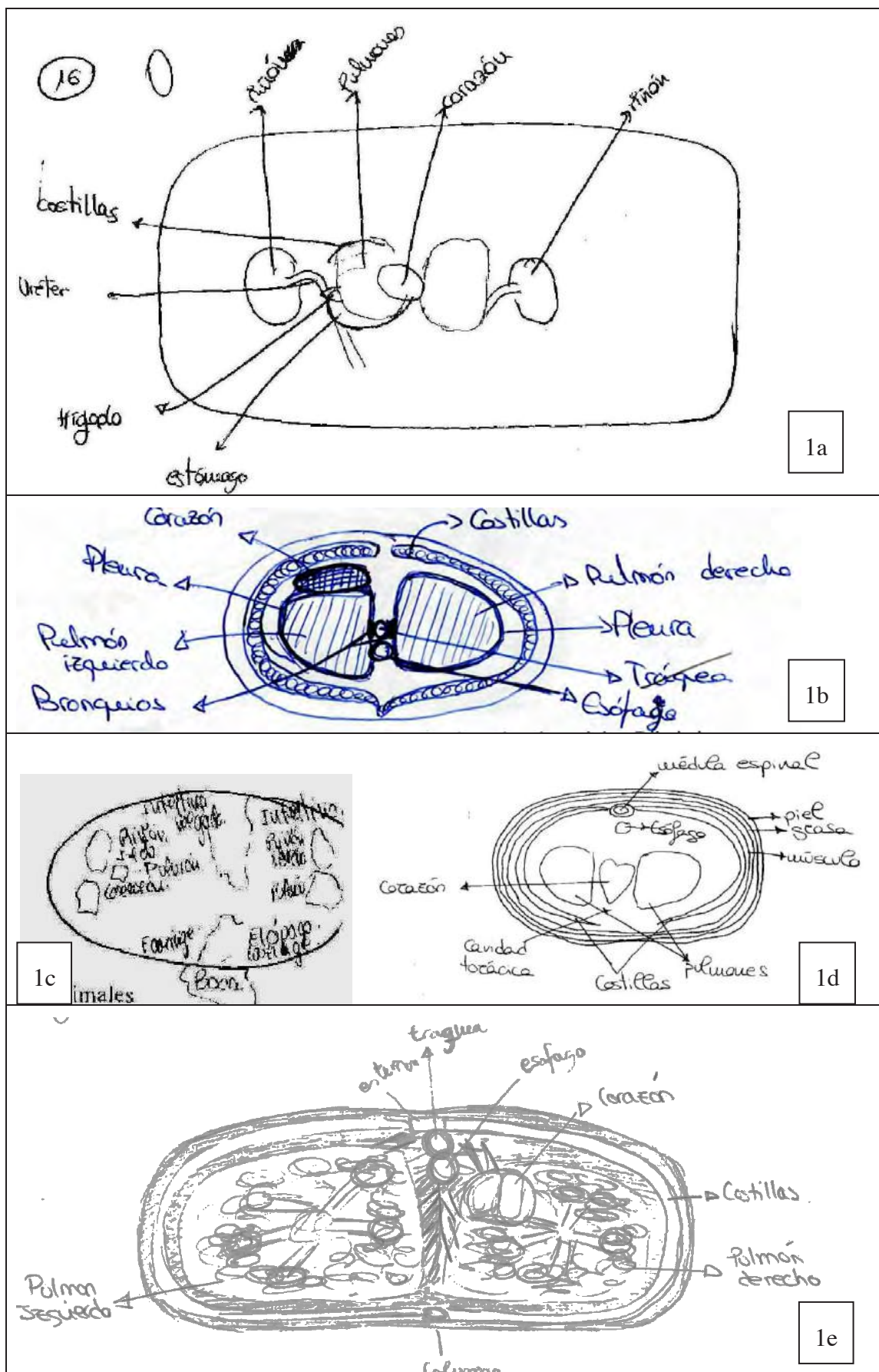


Figura 1. Ejemplos de cortes presentados por los alumnos: 1a) Elementos unidos en forma de "Isla" sobre un gran espacio vacío. Subestimación del tamaño de los órganos. Aparición de

órganos fuera de lugar (riñones, intestino, etc.). 1b) Dibujo con los elementos colocados de manera razonable y con una adecuada utilización del espacio. 1c) Representación con los elementos organizados en forma de “archipiélago”. Esquematización casi ininteligible. 1d) Corazón en forma cordada. Costillas coplanares. 1e) Corazón a la derecha y esófago delante de los pulmones. La utilización del espacio puede considerarse como adecuada.

b) En cuanto a los objetos representados (Tabla 1) en su mayoría representan los pulmones y el corazón. Un tercio representa la columna vertebral y la caja torácica (formada por las costillas). Y alrededor de un cuarto, incluyen el esófago y alguna musculatura torácica. Es decir, sólo un cuarto de los alumnos logra incluir en el dibujo la mayor parte de los elementos que deben aparecer en el corte transversal humano. La tráquea, aunque no debiera aparecer a la altura propuesta, puesto que sí atraviesa parcialmente la caja torácica, se ha considerado como elemento ambiguo.

En cuanto a los errores más frecuentes, cerca de la mitad, dibuja otros elementos (riñones, hígado, estómago e intestinos, figuras 1a, c), que no deberían aparecer a esa altura, ya que estarían en un corte abdominal, no torácico. También es frecuente representar las costillas en un mismo plano (100% de los que dibujan las costillas, Figura 1d, e). Llama la atención un error conceptual típico en niños (Allen, 2010) y es dibujar el corazón en forma cordada (Figura 1e).

Aunque realmente los órganos más importantes a esa altura queden representados (pulmones y corazón, costillas, columna vertebral), llama la atención un problema más profundo. A pesar de haber sido explicados los conceptos con los esquemas clásicos frontales de los aparatos del cuerpo humano, parece que los alumnos no son capaces de trasladar esos aprendizajes a otro contexto como es una visión transversal. Ese traslado implica razonamientos de orden superior (Avargil et al., 2012), que con el sistema de enseñanza aprendizaje clásico, parece no conseguir. Por otro lado, son muchos y demasiado habituales los errores que aparecen: presencia de órganos desubicados o mal posicionados (figuras 1a, c, e), forma de los mismos en la sección, representación de elementos microscópicos. Los conocimientos aparecen parcelados y desconectados. El alumno es incapaz de trasladar, la explicación académica abstracto a la realidad del corte transversal propuesto.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados nos lleva a extraer dos lecciones, como profesores de Biología: por un lado, que la producción de esquemas de cortes humanos es una excelente herramienta para comprobar la visión que el alumno tiene del cuerpo humano como conjunto, y no parcelado por aparatos. Con él se pueden detectar, al mismo tiempo, errores conceptuales serios e improcedentes en un futuro maestro de educación primaria. Por otro lado, el potencial que la producción por parte del alumno de esquemas transversales, puede tener como herramienta de aprendizaje, dado que logra hacerle consciente de sus dudas y extraer errores que puede subsanar, antes de ejercer en su profesión y así se evita que los traslade a los niños.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science*. Berkshire: McGrawHill.
- Avargil, S., Herscovitz, O. & Dori, Y. J. (2012). Teaching Thinking Skills in Context-Based Learning: Teachers' Challenges and Assessment Knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 207–225.

- Bandiera, M., di Manno, V. (2001). "Through the windpipe and intestine down to the stomach ...": Attitude and competence of prospective primary school teachers. In I. García-Rodeja Gayoso, J. Díaz de Bustamante, U. Harms, M.P. Jiménez Aleixandre (eds) *Proceedings of the III Conference of European Researchers in Didactic of Biology*, (pp. 27-39) Universidade de Santiago de Compostela.
- Burnmark, L. (2002). *Visual literacy: Learn to see, see to learn*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Canham, M. & Hegarty, M. (2010). Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. *Learning and Instruction*, 20, 155-166.
- Glasgow, J. N. (1994). Teaching visual literacy for the 21st century. *Journal of Reading*, 37(6), 494-500.
- Kearsey, J., Turner, S. (1999). How useful are the figures in school biology textbooks? *Journal of Biological Education*, 33, 87-94.
- Mathewson, J.H. (1999). Visual-Spatial Thinking: An Aspect of Science Overlooked by Educators. *Science Education*, 83, 33-54.
- Pettersson, R. (2002). *Information design: An introduction*. Amsterdam: John Benjamins.
- Salomon, G. (1998). Novel constructivist learning environments and novel technologies: some issues to be concerned with. *Research Dialogue in Learning and Instruction*, 1(1), 3-12.
- Wright, P. (1981). Tables in text: the subskills needed for reading formatted information. In L.J. Chapman (Ed.), *The reader and the text*. (pp. 60-69). London: Heinemann Educational Books/United Kingdom Reading Association.
- Yeh, H.T. & Cheng, Y. C. (2010). The influence of the instruction of visual design principles on improving pre-service teachers' visual literacy. *Computers and Education*, 54, 244-252.

Aportaciones a la formación científica desde actividades prácticas en el Grado de Maestro de Educación Primaria

Vicente, F., Vallés, C., López, M^a A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales. Escuela Universitaria de Magisterio de Segovia. Universidad de Valladolid.

Fuencisla.vicente@dce.uva.es

RESUMEN

La formación científica en el niño tiene lugar desde sus primeros años de educación, de ahí que sea necesaria una aportación formativa amplia, variada y rigurosa para los futuros maestros que dedicarán su labor docente y educadora a este ámbito de trabajo. A continuación se presentan algunas de las actividades prácticas, de carácter científico, incluidas en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Grado de Maestro en Educación Primaria, en la Universidad de Valladolid -campus de Segovia- durante el curso académico 2011-2012. El desarrollo de dichas prácticas ha sido evaluado positivamente por un 80 % de los alumnos encuestados. Se hace un breve análisis de las valoraciones de las diferentes actividades implementadas en el aula.

Palabras clave

Formación científica, actividades prácticas, Grado de Maestro en Educación Primaria, Didáctica Ciencias Experimentales.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de formar al niño en ciencias es, hoy por hoy, indudable desde sus primeros años de educación (Harlen, 2007; Rocard *et al.*, 2011). Así, la educación científica comienza, en todos los países europeos, con una materia integrada de carácter general que se mantiene, en casi todos ellos, durante toda la educación primaria (Eurydice, 2011). De ahí, que resulte imprescindible una formación amplia, variada y rigurosa para los futuros maestros.

En el Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, figura la “Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico” como una de las competencias básicas. El enunciado y desarrollo de dicha competencia plantea como el futuro maestro estará encargado de proporcionar a los niños elementos e instrumentos para reflexionar y razonar sobre la realidad, para entender e interactuar en el mundo que les rodea y poder tomar sus propias decisiones. También les facilitará actividades que les permitan adquirir habilidades cognitivas, procedimentales y actitudes útiles en su vida cotidiana y favorecerá las relaciones con otras personas y con el medio con respeto, solidaridad y autonomía.

Para formar, desde un punto de vista científico, al futuro maestro, nada mejor que “enseñar y aprender ciencia, haciendo ciencia”, es decir, realizando actividades

prácticas que le aporten conocimientos, metodologías, valores y seguridad en sí mismo a la hora de trabajar de forma similar a como lo haría un científico y que, posteriormente, podrá aplicar con sus futuros alumnos.

A continuación se explicitan varias de estas actividades realizadas durante el curso 2011-2012 en la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales, del grado de Maestro en Educación Primaria en la Escuela Universitaria de Magisterio de Segovia. Las actividades aquí descritas corresponden a actividades que despiertan la imaginación y la creatividad, a actividades de observación microscópica y macroscópica de los seres vivos y a actividades de campo. Estas últimas requieren una adecuada planificación de actividades antes, durante y después de la ruta de campo.

Antes de finalizar la impartición de la asignatura se realizó una encuesta de satisfacción a los estudiantes. En sus respuestas destaca una valoración positiva del desarrollo de todas las prácticas realizadas en la asignatura. Más adelante en este texto se presentan los datos y se analiza el caso concreto de las prácticas aquí descritas.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE CARÁCTER CIENTÍFICO EN EL GRADO DE MAESTRO

La mayoría de las prácticas aquí propuestas se han realizado en el laboratorio, excepto una de ellas, que se ha llevado a cabo fuera del aula. En su diseño y desarrollo se han tenido en cuenta los contenidos curriculares que se definen en la etapa de Educación Primaria, en concreto en la asignatura de Conocimiento del Medio Natural y Social que es en la que se aborda más ampliamente la formación científica.

Se han realizado prácticas dentro del ámbito de la Biología, la Geología, la Física y la Química. Se describen a continuación algunas de estas prácticas:

Despertar la imaginación y la creatividad en Ciencias

Se incluyen en este apartado dos actividades prácticas cuyo objetivo principal pretende despertar la imaginación y creatividad del alumnado (ver Fig.1). La primera consiste en realizar un experimento sencillo, con materiales caseros, en el que a partir del planteamiento de un problema y un objetivo, el alumno, individualmente, llegue a unas conclusiones utilizando el método científico. Ramiro (2010) propone varios experimentos que sirven para la elaboración de esta actividad. Una vez finalizado el experimento, se ponen en común las hipótesis de partida, se comentan las dificultades en su desarrollo y las conclusiones, y se observan las soluciones de los demás, valorando positivamente toda la metodología llevada a cabo durante el experimento. La segunda actividad se realiza en grupos pequeños, y consiste en buscar información a través de diversas fuentes sobre algún invento relevante y cotidiano (elegido por el grupo); presentarlo a través de un póster interactivo con el que se pueda jugar, o interactuar de alguna manera; explicar a los demás compañeros cómo ha evolucionado, a lo largo de la historia hasta la actualidad, dicho invento y cómo se puede tratar en el aula de Primaria. En la elaboración del póster interactivo se valoran, entre otras cosas, la creatividad y la imaginación. Con esta práctica se trabaja la ciencia desde el punto de vista de la *Historia de la Ciencia*, la investigación a través de diferentes fuentes y el trabajo en equipo.



Figura 1. Imágenes correspondientes a la realización del experimento (izquierda) y a la presentación del póster interactivo (derecha).

Observar no sólo es mirar

Pujol (2003) habla de la observación en la etapa de Primaria, no sólo como actividad sensorial sino desde un punto de vista también intelectual, utilizando instrumentos ópticos (como puede ser un microscopio o una lupa). Basada en esta premisa, se elabora esta actividad que consiste en: familiarizar al alumno con el microscopio y otros instrumentos y productos propios de laboratorio; elaborar sencillas preparaciones microscópicas de tejidos vegetales y animales; y aprender a observarlas y dibujarlas (ver Fig.2). Se consiguen así varios objetivos como son descubrir el uso del microscopio como instrumento de laboratorio en Educación Primaria, preparación de muestras microscópicas sencillas, y comparación y diferenciación entre células animales y vegetales. Esta práctica permite, además, descubrir cómo se trabaja en un laboratorio así como potenciar actitudes de respeto y conservación del material o de rigurosidad en el trabajo científico.



Figura 2. Izquierda, observación microscópica; derecha, ejemplo de dibujo de un alumno una vez realizada la observación.

Estudiar los seres vivos

El estudio de los seres vivos en la Educación Primaria se puede tratar desde diferentes puntos de vista. La propuesta de secuenciación de contenidos a partir de varias ideas clave “los seres vivos son diversos, y están adaptados al medio...; la enseñanza de los seres vivos ha de superar enfoques tradicionales para abordar su estudio desde la vinculación de éstos con el medio en que habitan, de forma que resulte significativo para el que aprende; los seres vivos cambian, ellos mismos y su medio...; los seres vivos tienen necesidades...; los seres vivos se perpetúan...; los seres vivos se «enteran»...” (Garrido & Martínez, 2009, 34-36) se puede adecuar a la práctica aquí propuesta. En este caso se ha optado por el estudio de un ser vivo (un pez: una trucha

arcoíris) a partir de la elaboración de una ficha descriptiva sobre él. Una parte de la práctica la trabaja el alumno de forma autónoma, a través de la búsqueda de información específica sobre el organismo de estudio y sobre las relaciones curriculares con la etapa de Primaria. La otra parte consiste en la observación externa (partes y órganos externos, observación al microscopio de las escamas del organismo) e interna (disección y observación de órganos internos) de dicho pez (ver Fig.3).

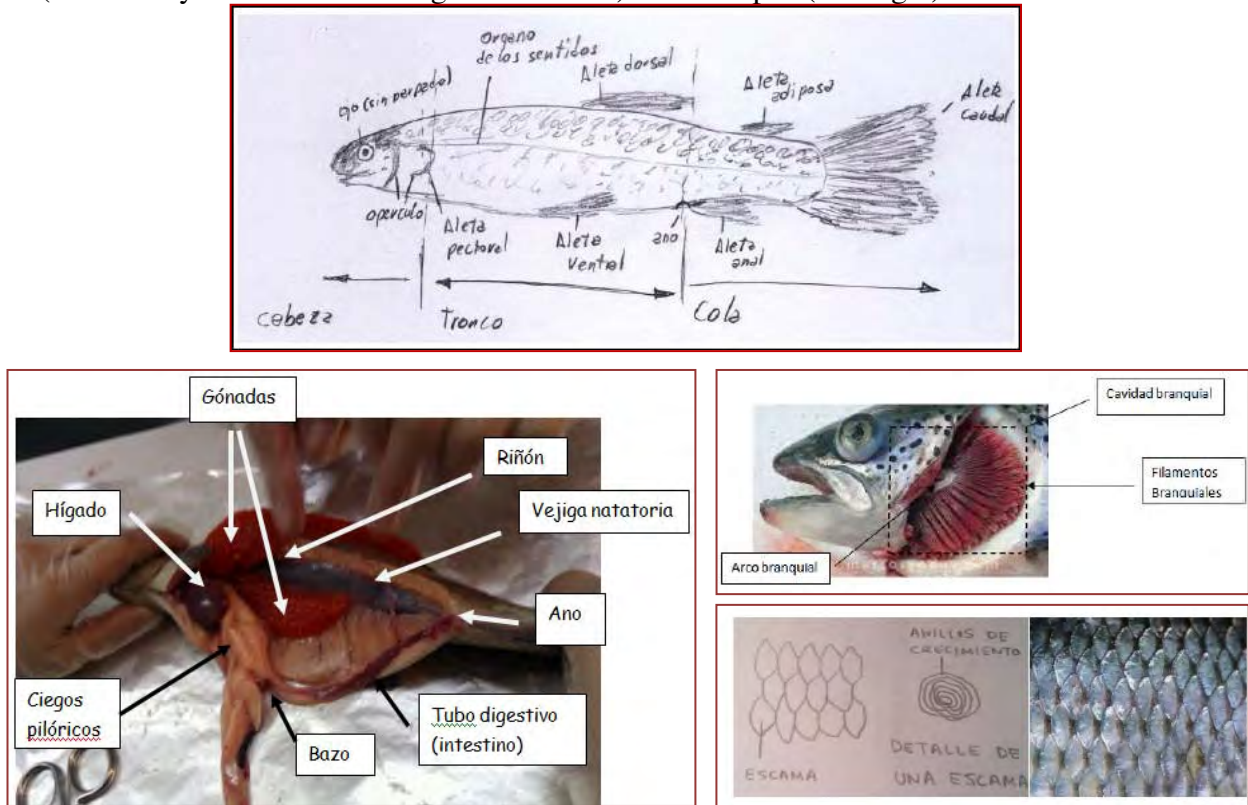


Figura 3. Imágenes y dibujos realizados por los alumnos en la práctica del estudio de un ser vivo. Arriba, descripción externa del organismo; abajo-izquierda, disección y órganos internos observados; derecha, detalle de algunas adaptaciones de este pez al medio.

La salida de campo para interpretar la geología del entorno

Varios autores señalan la importancia de la salida de campo como actividad didáctica y motivadora en cualquier nivel educativo (Pedrinaci y otros, 2002; Rebelo y otros, 2011; Del Toro & Morcillo, 2011) como son el contacto con otro ambiente fuera del aula o el poner en práctica determinadas habilidades en un contexto nuevo y enriquecedor. Este es uno de los principales motivos por los que se ha elaborado la presente actividad. La finalidad de una salida de campo puede ser muy diversa y ello condiciona el tipo de actividades a realizar. En la planificación de la salida de campo, se tienen en cuenta los contenidos curriculares de la etapa de Primaria (en concreto en la asignatura de Conocimiento del Medio Natural y Social). Además es imprescindible incluir actividades para realizar antes, durante y después de ésta (Pedrinaci y otros, 2002). A continuación se explicitan dichas actividades que se desarrollan, en el laboratorio, en el aula y fuera de ella. Dentro de las *actividades preparatorias* se incluye:

Observación guiada y reconocimiento de minerales y rocas en el laboratorio

Esta actividad se desarrolla en el laboratorio y consiste en una toma de contacto con rocas y minerales que pueden encontrarse en la ruta prevista. Se dan unos mínimos criterios de identificación de minerales y rocas *de visu* y a partir de muestras de mano (utilizando muestras de colecciones preparadas) los alumnos, en pequeños grupos, cumplimentan una tabla de identificación.

Familiarización con el trabajo de situación y localización en mapas topográficos y geológicos

Muchos de los alumnos tienen dificultades en la ubicación y orientación a partir de mapas topográficos por lo que en esta sesión se trabajan los elementos y características de los mapas topográficos, teniendo de muestra aquel que incluye el itinerario a realizar en el campo. También se trabaja la localización de puntos a partir de coordenadas geográficas y/o UTM. Se facilita a los alumnos un recorte del mapa correspondiente que llevarán el día del campo.

Propuesta de un problema a resolver durante la salida de campo. Estudio del itinerario previsto.

La propuesta de un problema a resolver durante la salida de campo, es otro de los puntos clave para alcanzar el éxito en esta actividad. La propuesta del problema a resolver, si es consensuada por los alumnos y el docente, mucho mejor. En este punto también se lleva a cabo la observación del itinerario, en el mapa, con sus paradas.

Identificar las posibles necesidades de ese día

Hacer partícipes a los alumnos de las cuestiones que giran alrededor de la salida de campo les ayuda a realizar una adecuada planificación y temporalización de la misma. Entre las cuestiones a tener en cuenta en la preparación de una actividad de estas características destacan: adecuación y ajuste de horarios, permisos y/o autorizaciones, material para llevar (mapa, cuaderno de campo, brújulas, lupas, etc.), adecuación de ropa y calzado, convenir los momentos de descanso, etc.

En las actividades realizadas *durante la salida de campo*:

El día X: la salida de campo

Llegado el día, se realiza el recorrido por un itinerario previamente planificado (ver Fig. 4), se procede a la ubicación y representación, en el mapa, de las coordenadas de las paradas, se observan, en directo en el campo, aquellas rocas y minerales que se ven por el camino, intentando la identificación tras el cambio de contexto (del laboratorio al campo, de una muestra de mano a un afloramiento). También la observación y descripción del paisaje, bien a través de dibujos *in situ* o bien de descripciones, son muy enriquecedoras. A lo largo del itinerario se van intentando solucionar las cuestiones sobre el problema previamente planteado, preguntando las dudas al profesor. Se trabaja sobre una tabla que el alumno va rellenando en cada parada.

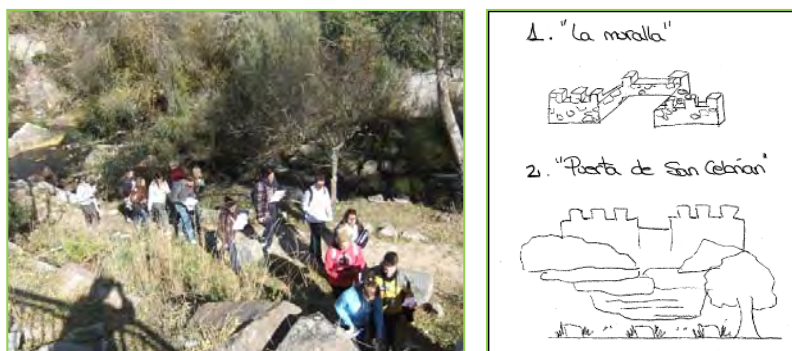


Figura 4. Desarrollo de la salida de campo. Dibujos realizados por los alumnos en algunas de las paradas.

Una vez realizada la salida, se sintetizan las conclusiones en el aula y se hace un informe global:

Recopilar y debatir el trabajo de campo

Una vez realizada la ruta de campo, se procede a la puesta en común, en el aula, de las observaciones realizadas, de las anotaciones, de las dudas, y se contrastan los datos tomados con la bibliografía propuesta por el profesor. Además se debate en gran grupo sobre la adecuación e idoneidad o no del itinerario para los alumnos y las posibilidades de ampliación o modificación de actividades según el nivel educativo. Por último, cada alumno (o en parejas) elabora un informe que compila toda la información recabada en campo, y otra de ampliación, extraída de otras fuentes (bibliografía, páginas web).

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS PRÁCTICAS

De cada práctica, los alumnos han presentado un informe siguiendo un guión facilitado por la profesora, (máximo 2 semanas después de haber realizado la actividad práctica). Han sido revisados por la profesora, con una valoración global y anotaciones sobre el documento señalando aspectos positivos y propuestas de mejora. El alumno ha podido aplicar su aprendizaje en los siguientes documentos entregados. Los informes, una vez corregidos, se han devuelto a los alumnos para observar detenidamente las correcciones y mejoras. La corrección de errores de contenido y forma de dichos informes junto con la valoración del documento, en su conjunto, ha dado lugar a una calificación sobre 10 de cada práctica. Antes de finalizar la asignatura, se ha realizado una encuesta de satisfacción de los alumnos. Para ello, la profesora ha pasado a los alumnos una hoja en blanco en la que éstos han reflejado los aspectos positivos de la asignatura (lo que más destacarían, lo que más les ha gustado) y los negativos (lo que se debería cambiar). Han realizado la encuesta un total de 56 alumnos (ver Fig.5). Más de un 80 % de los cuales, han indicado “el desarrollo de las prácticas” como valor positivo de la asignatura.



Figura 5. Relación de alumnos que realizaron la encuesta y número de alumnos que indicaron como valor positivo de la asignatura, el desarrollo de las prácticas.

Los argumentos que indicaron los alumnos son:

- Prácticas adecuadas en cuanto a contenidos, secuenciación, temporalización, desarrollo y diversidad.
- Aplicabilidad de las prácticas en Primaria.
- Relación de los temas de teoría acordes con las prácticas.
- Ajuste apropiado de nº prácticas y teoría
- Desarrollo de las prácticas: interesantes, diversas, dinámicas, útiles, amenas, sorprendentes.

La percepción de la profesora también ha sido positiva. El trabajo de los alumnos se ha reflejado en los buenos resultados en las calificaciones que, a su vez, indica que han alcanzado los objetivos de aprendizaje. Las sesiones prácticas han sido dinámicas y con buen clima de trabajo. Varios de los alumnos han utilizado las tutorías para la resolución de dudas lo que es un buen indicativo del interés por su parte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De todas las prácticas realizadas, en la figura 6 aparecen aquellas que los alumnos más resaltaron positivamente y aquellas que les parecieron menos interesantes, y por tanto peor valoradas. Las actividades de trabajo con los mapas, y la identificación de rocas y minerales en el laboratorio, son algunas de las peor valoradas por los alumnos. Los estudiantes indican como causa de ello la complejidad de estas prácticas. Bajo el punto de vista de la profesora, la falta de visión espacial, la dificultad de los alumnos de abstraer conceptos y la falta de conceptos básicos sobre geología y/o geografía podrían ser las causas de la dificultad de resolución de dichas prácticas.

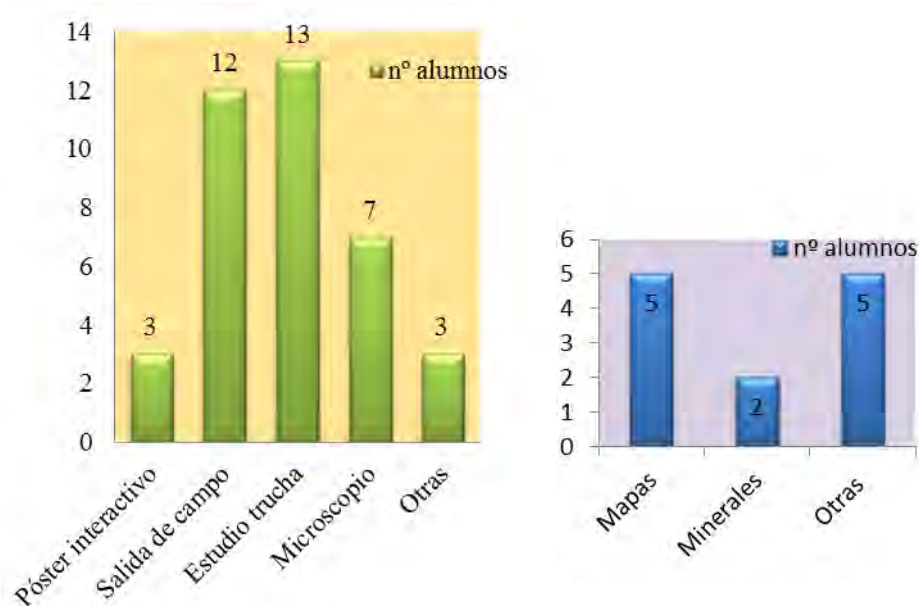


Figura 6. Izquierda, prácticas mejor valoradas. Derecha, prácticas peor valoradas por los alumnos.

Aquellas prácticas mejor valoradas por los estudiantes son el estudio anatómico de un ser vivo, la salida de campo y el trabajo con el microscopio. Las encuestas revelan que éstas les han resultado más dinámicas, novedosas y motivadoras que otras. A su vez, los informes de éstas prácticas, también han sido más ricos en contenidos, con menos errores y por tanto con calificaciones positivas más altas que otras.

CONCLUSIONES

A través de una sencilla encuesta de valoración general se ha determinado que a un 80 % de los encuestados les ha parecido acertado y adecuado el desarrollo de las actividades prácticas dentro de la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales del Grado de Maestro de Educación Primaria.

Las actividades prácticas, llevadas a cabo tanto en laboratorio como en el campo, ayudan a aumentar la motivación del alumnado y son un buen recurso didáctico para cualquier nivel educativo.

Las actividades de carácter científico, despiertan el interés del alumno de Grado en Maestro de Educación Primaria y contribuyen a su formación científica.

BIBLIOGRAFÍA

Del Toro, R. & Morcillo, J. G. (2011). Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. In D. Brusi & P. Alfaro (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Monográfico: actividades de campo*. (pp. 39-47). Madrid. Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT).

Eurydice (2011). *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Último acceso el 17 de mayo de 2012, desde http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/thematic_studies_en.php.

Garrido, M. & Martínez, C. (2009). La enseñanza de los seres vivos. Didáctica de la Biología/ Infantil-Primaria. *Aula de Innovación Educativa*, 183-184, 34-36.

Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. 6ª edición. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia y Ediciones Morata, S.L.

Pedrinaci, E., Sequeiros, L., & García de la Torre, E. (2002). El trabajo de campo y el aprendizaje de la geología. En M. Català, y otros (Ed.), *Las ciencias en la escuela. Teorías y prácticas* (pp. 125-137). Barcelona: Graó.

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid. Síntesis.

Ramiro, E. (2010). *La maleta de la ciencia. 60 experimentos de aire y agua y centenares de recursos para todos*. Barcelona. Graó.

Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado (B.O.E.): viernes 8 de diciembre de 2006, Núm. 293.

Rebelo, D., Marqués, L., & Costa, N. (2011). Actividades en ambientes exteriores al aula en la Educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad. In D. Brusi & P. Alfaro (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Monográfico: actividades de campo*. (pp. 15-25). Madrid. Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT).

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. Community Research. Último acceso el 17 de mayo de 2012, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/reportrocard-on-science-education_en.pdf.

Prioridad y asociaciones en el uso de materiales para la enseñanza de las ciencias en centros escolares de Primaria

Vílchez, J.E., Escobar, T. y Ceballos, M.

Centro de Enseñanza Superior Cardenal Spínola CEU (adscrito a Universidad Sevilla)

jvilchez@ceuandalucia.com

RESUMEN

Este trabajo forma parte de una investigación consistente en emplear la percepción de los estudiantes de magisterio durante el prácticum para estudiar las clases reales de ciencias en Primaria. En esta fase del proyecto nos centramos en la prioridad y posibles asociaciones en el uso de determinados recursos materiales. También se han explorado las posibles influencias del carácter del centro, el tipo de población en la que se ubica y el ciclo educativo. Se ha encontrado un uso predominante, prioritario y con tendencia exclusiva del libro de texto. Mientras que otros materiales que presentan un uso moderado o minoritario tienden a asociarse entre sí.

Palabras clave

Materiales didácticos; Educación Primaria; Prácticum de magisterio; Libro de texto; Clases reales de ciencias

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

Los modelos tradicionales de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, basados en sistemas expositivo-receptivos, tienden a perpetuarse, persistiendo junto a las corrientes innovadoras en distintas épocas (Bernal, 2002). A pesar del importante desarrollo de la didáctica de las ciencias existe una cierta preocupación por el distanciamiento entre la investigación, generadora de importantes referentes e innovaciones y la práctica profesional en las aulas (Oliva, 2005; Oñorbe, 2005).

No obstante, continuamente se describen propuestas innovadoras para algún aspecto de la enseñanza de las ciencias, fruto entre otros factores del avance del enfoque ciencia-tecnología-sociedad. En el caso concreto de Educación Primaria, en las últimas décadas se vienen incorporando promociones de profesores en cuya formación han contribuido en parte las nuevas tendencias fruto de la investigación en didáctica de las ciencias. Además existe un interés creciente de las administraciones por mejorar los resultados de las evaluaciones externas internacionales. Por todo ello se hacen necesarios nuevos estudios sobre la situación de los trabajos prácticos (Cañal, 2006; Nieda, 2006), así como de otros descriptores metodológicos en relación a la enseñanza real de las ciencias. Pueden encontrarse ejemplos recientes de estudios que persiguen este objetivo (Gil et al., 2006; Ibarra et al., 2009).

En nuestro grupo de investigación hace algún tiempo que venimos recopilando información sobre la situación real de las clases de ciencias en primaria, utilizando para ello las percepciones de los estudiantes de magisterio durante su Prácticum generalista (Escobar y Vílchez, 2006-2008). Los datos descriptivos de estas investigaciones precedentes muestran un moderado uso

de recursos como el laboratorio y huerto escolar, alta incidencia de visitas a granjas escuela o centros de naturaleza, y un patrón tradicional en el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En esta ocasión nos centramos en el uso de diverso tipo de materiales, analizando su prioridad así como las asociaciones entre ellos y su posible relación con algunas características de los centros.

METODOLOGÍA

Se ha empleado como técnica de recogida de datos la encuesta a los estudiantes sobre la observación realizada en los centros en los que han desarrollado su prácticum. El muestreo de los colegios participantes ha sido de tipo aleatorio estratificado (buscando representatividad en algunas características). La selección de las unidades-clase, ha respondido asimismo a un muestreo aleatorio, por conglomerados, polietápico.

A continuación se desarrollan algunos detalles del instrumento utilizado en la toma de datos así como de las características de la muestra.

Para la toma de datos se ha empleado un cuestionario (ver Anexo) en el que se presentan opciones múltiples no excluyentes entre sí y en el que el estudiante-observador debe indicar la prioridad en el uso de determinados materiales. En la primera parte del cuestionario, además de su información personal, debe indicar el Centro y el nivel educativo en el que ha realizado el prácticum.

Se ha considerado como población para esta investigación los centros educativos de Sevilla y su provincia en los que se imparte Educación Primaria (N = 506¹). Este es el ámbito fundamental en el que los alumnos del CES Cardenal Spínola CEU (centro de formación de maestros adscrito a la Universidad de Sevilla) desarrollan sus prácticas docentes. Además el hecho de circunscribirse a una unidad de organización territorial como una provincia permite disponer de información estadística sobre las características que se consideren para dotar de representatividad a la muestra, así como permitir estudios replicativos posteriores a efectos comparativos.

Se ha buscado que la muestra sea representativa respecto al carácter de los centros (público, concertado y privado) así como al tipo de población en la que se encuentran (Sevilla capital, poblaciones de más de 50000 habitantes y poblaciones de menos de 50000 habitantes). La muestra se ha seleccionado de forma aleatoria a partir de los centros visitados por nuestros alumnos, buscando el ajuste a las cuotas derivadas de las características anteriores (obtenidas a partir de la información que aparece en la *Red de Centros Docentes*¹ de Andalucía). De esta forma se han seleccionado un total de 180 unidades-clase pertenecientes a 128 colegios con la siguiente estructura:

Respecto al carácter: 76,7% en centros públicos, 21,1% en concertados y 2,2% en privados. Respecto a la población: 31,7% en Sevilla, 14,4% en poblaciones de más de 50000 hab. y 53,9% en poblaciones de menos de 50000 hab., así como un reparto equitativo entre los tres ciclos de primaria (32,8% primer ciclo, 32,2% segundo ciclo y 31,1% tercer ciclo).

Por tanto, el estudio ha involucrado a 180 estudiantes observadores, que han contestado el cuestionario una vez completadas sus 6 semanas de actuación en el Prácticum generalista de Educación Primaria.

RESULTADOS

Porcentajes y análisis de la prioridad

Los resultados correspondientes se presentan en las *Figuras 1 y 2*. Los datos se han analizado de dos formas complementarias.

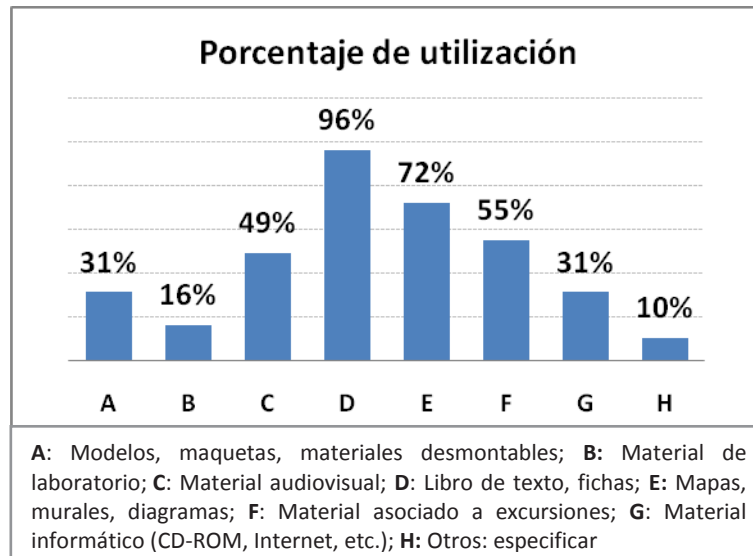


Figura 1. Diagrama de barras sobre porcentajes de uso de los materiales

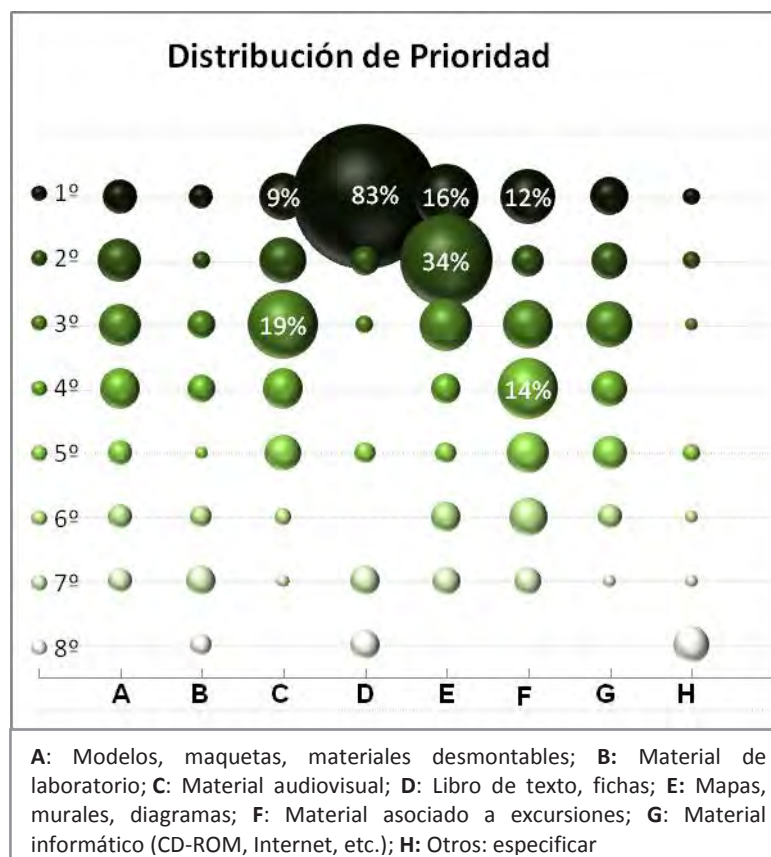


Figura 2. Diagrama de burbujas sobre la prioridad en el uso de los materiales

En primer lugar se han calculado los porcentajes de respuestas de las distintas opciones (diagramas de barras en la *Figura 1*). En segundo lugar, dado que en caso de señalar más de una opción, al estudiante-observador se le pide que indique un orden de prioridad (ver Anexo), se han obtenido los porcentajes de los distintos órdenes de prioridad en cada opción (diagrama de burbujas en la *Figura 2*). De esta forma, las respuestas de las distintas opciones quedan distribuidas según sus órdenes de prioridad.

El recurso más utilizado con incidencia casi absoluta (96,1%) resulta ser el libro de texto (“opción D”). Otros recursos también obtienen porcentajes considerables, como mapas, murales, diagramas (“opción E”, 71,7%), material asociado a excursiones (“opción F”, 55,0%) o audiovisuales (“opción C”, 48,9%). El resto de opciones, incluyendo sorprendentemente material de laboratorio o informático (opciones “B” y “G”) obtienen porcentajes inferiores (*Figura 1*). En la opción minoritaria “otros”, los estudiantes han indicado algunos materiales de elaboración propia o del profesorado (Ej: para modelar, de tipo deportivo, etc.).

Si analizamos el diagrama de burbujas, vemos que este dominio del libro de texto es todavía más exclusivo ya que en el 83,3% de los casos es mencionado como prioritario. También resulta destacable el uso de mapas y diagramas (“opción E”), prioritario en el 16,1 % de los casos, y mayoritariamente observado en segunda opción (33,9%). El resto de recursos no supera el 13% como prioritarios. Es decir, el aprendizaje tiende a organizarse en torno al libro de texto, pudiendo complementarse con el uso de otros materiales (alguno de ellos con cierta frecuencia), pero generalmente supeditados a él como material de referencia.

La permanencia del libro de texto como recurso clave en la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria, ha sido suficientemente constatada desde hace años en estudios sobre las preferencias del profesorado (Ejemplo: Martínez y García, 2003).

Correlaciones bivariadas

Dado que disponemos de un orden de prioridad en el uso de las distintas opciones relacionadas con los materiales, se han explorado las posibles correlaciones bivariadas entre estas opciones. En la *Tabla 1* se resumen los datos correspondiente a estas pruebas estadísticas (ρ : rho de Spearman) que han resultado significativas (a nivel $\alpha = 0,01$).

Existen correlaciones significativas entre bastantes de los materiales incluidos. Así, una mayor prioridad en el uso de ciertos materiales como “modelos y maquetas”, implica también la mayor consideración de otros como “material de laboratorio”, “audiovisuales” o “informáticos”. También se han encontrado correlaciones similares entre estos tres últimos tipos de material. Es decir podemos admitir que existen asociaciones en el uso de materiales de tipo “modelos y maquetas”, “laboratorio”, “audiovisuales” e “informáticos”, de forma que una mayor prioridad en el uso de alguno de ellos, correlaciona con mayor consideración a su vez de los otros y viceversa.

En cambio, no se han encontrado correlaciones con la significatividad estadística considerada en las categoría “mapas y diagramas”, “material relacionado con excursiones”, y “libro de texto”. Es especialmente llamativa la no correlación de este último tipo, ya que como ya se comentó anteriormente, el “libro de texto” ha resultado el material claramente predominante. Por tanto, el libro de texto no sólo es el material más utilizado, casi de forma exclusiva, sino que no tiende a asociarse con el uso de ningún otro tipo de material.

		A	B	C	D	E	F	G	H
A	rho	1	0,43**	0,25**	-0,16	-0.002	0.18	0.23**	0.27**
	p	-	0	0,001	0.027	0.982	0.015	0.002	0.000
B	rho		1	0.27**	-0.12	0.12	0.12	0.32**	0.47**
	p		-	0.000	0.098	0.098	0.097	0.000	0.000
C	rho			1	0.03	0.18	0.10	0.22**	0.10
	p			-	0.668	0.015	0.162	0.002	0.170
D	rho				1	0.08	0.01	-0.04	0.01
	p				-	0.300	0.840	0.560	0.913
E	rho					1	0.13	0.04	0.01
	p					-	0.674	0.576	0.898
F	rho						1	0.08	0.06
	p						-	0.309	0.438
G	rho							1	0.194**
	p							-	0.009
H	rho								1
	p								-

Rho: Coeficiente de correlación de Spearman (ρ) / **: significación a nivel $\alpha = 0,01$ / p: significación bilateral
A: Modelos, maquetas, materiales desmontables; B: Material de laboratorio; C: Material audiovisual; D: Libro de texto, fichas; E: Mapas, murales, diagramas; F: Material asociado a excursiones; G: Material informático (CD-ROM, Internet, etc.); H: Otros: especificar

Tabla1. Correlaciones bivariadas entre los tipos de materiales considerados

También se ha analizado las posibles relaciones entre el uso de estos materiales y el ciclo educativo de Primaria. Sólo se ha encontrado correlación significativa en el caso del “material informático” (“opción G”), en el sentido de que tiende a usarse con mayor prioridad conforme aumenta el ciclo educativo ($\rho = 0,21$, $p = 0,04$).

Influencia del tipo de población y el carácter del centro

Se han explorado la posible influencia de las variables carácter de centro y tipo de población en el uso de los tipos de materiales. Para ello se han efectuado las correspondientes pruebas de H de Kruskal-Wallis, sobre la prioridad en el uso de las categorías de materiales considerados, utilizando como variables de agrupación el tipo de población (Sevilla, poblaciones intermedias, poblaciones pequeñas) y carácter del centro (público, concertado, privado).

No se han encontrado relaciones entre la variable tipo de población y las variables relacionadas con los materiales. Se puede concluir, por tanto, que el hecho de que el centro se sitúe en Sevilla capital, poblaciones intermedias o pueblos pequeños no influye en las características del uso de distintos tipos de materiales.

En el caso de la variable carácter del centro, se ha encontrado influencia con moderada significación estadística ($\alpha = 0,05$) respecto al uso en clase de material de laboratorio ($\chi^2 = 6,32$, $p = 0,043$), aumentando la prioridad en el sentido: público < concertado < privado. Esta tendencia es explicable teniendo en cuenta que (según hemos detectado

también en este estudio) en colegios concertados y privados suelen coexistir las etapas de primaria y secundaria, y por tanto tienden a disponer en sus instalaciones de laboratorio escolar. No obstante, el uso de este recurso en estos centros también resulta minoritario en términos generales. No existe influencia del carácter del centro en el resto de categorías de materiales.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

En este trabajo hemos empleado a los estudiantes de magisterio durante sus prácticas docentes para explorar los materiales en las clases reales de ciencias en Ed. Primaria. El hecho de que la fuente de información sea este colectivo puede implicar un cierto sesgo, pero nos ha interesado su percepción ya que puede ser muy útil para valorar la conexión entre los referentes universitarios de la enseñanza de las ciencias en la formación del profesorado, y la práctica real en los centros escolares.

A grandes rasgos, puede afirmarse que la forma de usar los materiales en la etapa de primaria en la muestra estudiada (Sevilla y su provincia), responde a un perfil predominantemente tradicional. El libro de texto sigue siendo el material didáctico de referencia (prioritario en más del 80% de los casos). Otros materiales (incluido el de laboratorio), presentan una incidencia mucho menor. Esta opción mayoritaria, no correlaciona o lo hacen escasamente con otros materiales. En cambio sí se han encontrado correlaciones entre otras opciones. Es decir, parece que los centros y unidades-clase en los que se usa el libro de texto no tienden a combinarlo con otras opciones, mientras que los recursos potencialmente innovadores sí tienden a asociarse entre sí.

Aunque esta situación no es sorprendente, llama la atención su uniformidad y arraigo en todo tipo de centros y unidades-clase. Estamos acostumbrados a destacar y describir experiencias innovadoras y aproximaciones didácticas alternativas y a veces, no reparamos en que son escasamente representativas sobre la situación general.

Una consecuencia derivada para los propios estudiantes observadores es que estos perciben claramente la dicotomía entre sus referentes teóricos universitarios y la práctica real en los centros. Esto puede contribuir a la no valoración por su parte, de la formación académica recibida y la consiguiente perpetuación de los modelos tradicionales observados.

Queda pendiente la identificación de otros factores que contribuyen a diferenciar ciertos colegios o aulas en los que existe mayor riqueza en el uso de los materiales a la mayoritariamente observada. Las variables estudiadas en este trabajo como el carácter del centro (público, concertado o privado) y el tipo de población en que se ubican no parecen ejercer influencia en este sentido, por lo que hay que pensar en otras como características singulares del profesorado, etc.

Estos resultados son coherentes, en líneas generales, con los encontrados en fases anteriores de este estudio en las que se analizaron descriptivamente el uso de recursos como el laboratorio, huerto escolar, visitas a granjas-escuela, así como aspectos metodológicos y organizativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, J.M. (2002). Innovación y tradición en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 34, 9-16.
- Cañal, P. (2006). Presentación de la monografía: los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento biológico y geológico. *Alambique*, 47, 5-7.
- Escobar, T. y Vílchez, J. E. (2006). Uso del laboratorio escolar en educación primaria: la visión de los estudiantes de magisterio durante el prácticum. En *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. [CD-rom]. ISBN: 84-7733-845-0.
- Escobar, T. y Vílchez, J. E. (2007). Uso de huerto escolar y granja escuela en Educación Primaria. En *IV Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia*. Madrid, 21-23 de Noviembre. Madrid: CSIC y FECYT. [CD-rom]. ISBN. 978-84-00-08645-9.
- Escobar, T. y Vílchez, J. E. (2008). Percepción de los estudiantes de magisterio durante el prácticum sobre las clases reales de ciencias de educación primaria. En M. R. Jiménez-Liso, *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 583-592). Almería: Universidad de Almería.
- Gil, A. González, M. A. 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.
- Ibarra, J., Arlegui De, J. y Wilhelmi, M. (2009). La actividad experimental en educación primaria: restricciones y retos. *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1181-1187.
- Martínez, C. y García, S. (2003). Las actividades de Primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las ciencias*, 2003, 21 (2), 243-264
- Nieda, J. (2006). Los trabajos prácticos diez años más tarde. *Alambique*, 48, 25-31.
- Oliva, (2005). Sobre el estado actual de la revista enseñanza de las ciencias y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las ciencias*, 23 (1), 123-132, y referencias allí citadas.
- Oñorbe A. (2005). Presentación de la monografía: intercambio de experiencias. *Alambique*, 45, 5-7.

ANEXO

• **Centro educativo en el que has desarrollado las Prácticas:**

.....

• Nivel educativo:

Primaria Nivel..... Otros
especificar.....

1. Indica, de entre el siguiente material, el que has observado/usado en clase de ciencias naturales (conocimiento del medio). En caso de señalar varios, priorízalos según la frecuencia de su utilización (numerando de 1 a 8):

- A) Modelos, maquetas, materiales desmontables
- B) Material de laboratorio
- C) Material audiovisual
- D) Libro de texto, fichas
- E) Mapas, murales, diagramas
- F) Material asociado a excursiones
- G) Material informático (CD-ROM, Internet, etc.)
- H) Otros: especificar.....

NOTA

ⁱ Información obtenida a partir de la aplicación *Búsqueda de Centros* en la *Red de Centros Docentes* de la Conserjería de Educación de la Junta de Andalucía:

<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/vscripts/centros/index.asp> [Consulta: 15/02/2012]

Diagnóstico de la integración de la geodiversidad en el currículo de la ESO.

Propuesta de instrumentos y orientaciones para su implantación en centros educativos del territorio de Bizkaia.

Zamalloa, T., Sanz, J., Echevarría, I., Maguregi, G., Fernández, MD.

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

teresa.zamalloa@ehu.es

INTRODUCCIÓN

La geodiversidad se define como la «*Variedad de elementos geológicos, incluidos rocas, minerales, fósiles, suelos, formas del relieve, formaciones y unidades geológicas y paisajes que son el producto y registro de la evolución de la Tierra*» (Ley 42/2007).

El concepto actual de geodiversidad nace a finales de la década de los 90 como un concepto con sentido propio, pero también como complemento a la diversidad biológica o biodiversidad. Es en este marco en el que se considera la geodiversidad como asiento de la biodiversidad, de modo que la suma de ambos (biodiversidad y geodiversidad) constituye la «Diversidad Natural» (Serrano & Ruiz, 2007).

En el ámbito estatal la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad reconoce y equipara la geodiversidad con la biodiversidad, rompiendo así la distancia que había habido hasta la fecha, e instando al desarrollo de instrumentos de protección y gestión, pero también de desarrollo económico y local, y en igual medida de divulgación y educación en esta materia.

De esta manera en el Estado español son reconocidas varias experiencias de éxito en el desarrollo y puesta en valor de los georrecursos, generando interesantes iniciativas de desarrollo económico local. En la CAPV, una región con una gran riqueza geológica, existen también numerosos ejemplos de actuaciones de ocio y educativas, que manteniendo un rigor científico, son capaces de convertirse en referencias de recursos educativos no-formales en materia de geodiversidad. Solo por citar algunos ejemplos: el Geoparque de la Costa Vasca (flysch Deba-Zumaia), la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, la zona minera de Gallarta, recientemente declarado Bien de Interés Cultural o el Valle Salado de Salinas de Añana en Álava.

Como puede suponerse todas estas actuaciones pueden enmarcarse como instrumentos de educación no-formal, es decir, forman parte de las situaciones educativas basadas en el acercamiento, la experiencia y la percepción. Instrumentos de educación no-formal que son cada vez más valorados en las nuevas metodologías de enseñanza ya que proporcionan experiencias excepcionales para el alumnado durante su formación.

El trabajo práctico es una faceta muy valorada en la Enseñanza de las Ciencias, por lo que mejorar las actividades prácticas es, para el profesorado de Ciencias, uno de los campos de mayor interés (Rodrigo et al., 1993; Rodrigo, 1994). Las oportunidades educativas que ofrecen las salidas de campo por espacios naturales de Bizkaia son indiscutibles ya que brindan contextos inmejorables para el descubrimiento del paisaje, de sus relieves, de su flora y fauna y de su geología. Sin embargo, aunque gran parte de estas rutas y espacios naturales son conocidos por la mayoría del profesorado de educación secundaria, frecuentemente, el potencial geológico de dichos espacios no es tenido en cuenta.

En el Decreto 175/2007 se establece el currículo de Educación Básica en la CAPV y se definen las competencias básicas. Una de ellas es la competencia en cultura científica, tecnológica y de la salud referida a la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos. Así, forma parte de esta competencia la adecuada percepción del espacio físico en el que se desarrollan la vida y la actividad humana, tanto a gran escala como en el entorno inmediato, y la habilidad para interactuar con el espacio circundante: moverse en él y resolver problemas en los que intervengan los objetos y su posición.

Centrándose en el tramo educativo que, en este caso, nos atañe, en el segundo curso de la ESO aparecen entre otros criterios de evaluación, los siguientes:

7. Identificar las acciones de los agentes geológicos externos en el origen y modelado del relieve terrestre así como valorar los riesgos asociados, realizando salidas al campo y/o utilizando diferentes fuentes de información.	7.1. Reconoce e interpreta en el campo, en imágenes o en mapas las huellas presentes en la naturaleza debidas a los procesos geológicos externos más importantes.
	7.2. Busca, selecciona y organiza información en diferentes soportes acerca de los agentes geológicos externos y sus acciones.
	7.3. Relaciona factores como el clima, tipo de roca, su estructura, etc. con el modelado del relieve.
	7.4. Identifica en el paisaje las influencias que en él se manifiestan, debidas a los agentes geológicos externos, a los seres vivos y las derivadas de la actividad humana, así como los riesgos asociados.
	7.5. Identifica las acciones de los agentes geológicos externos en la formación de las rocas sedimentarias.
	7.6. Justifica la importancia del suelo y la necesidad de hacer frente a su degradación.
8. Identificar las acciones de los agentes geológicos	8.1. Reconoce e interpreta en el campo, en imágenes o mapas algunas manifestaciones de la dinámica interna

internos en el origen del relieve terrestre así como los riesgos asociados, realizando salidas al campo y/o utilizando diferentes fuentes de información.	en el relieve, como la presencia de pliegues, fallas, cordilleras y volcanes.
	8.2. -Busca, selecciona y organiza noticias de prensa, mapas, gráficos y otros canales de información sobre los principales riesgos geológicos internos y su repercusión.
	8.3. Justifica las transformaciones que pueden existir entre los distintos tipos de rocas en función de las características del ambiente geológico en el que se encuentran y de los agentes geológicos internos.
	8.4. Identifica diversos tipos de rocas y relaciona su textura con el origen de las mismas.

En cuarto curso de la ESO, el alumnado debería:

4. Identificar y describir hechos que muestren a la Tierra como un planeta en continuo cambio y registrar algunos de los cambios más notables de su larga historia utilizando modelos temporales a escala.	4.1. Reconoce la magnitud del tiempo geológico
	4.2. Identifica los acontecimientos fundamentales de la historia de la Tierra en una tabla cronológica.
	4.3. Identifica y ubica los fósiles más representativos de las principales eras geológicas.
	4.4. Utiliza otros registros geológicos tales como la datación estratigráfica, los tipos de rocas, las cordilleras y procesos orogénicos o las transgresiones y regresiones marinas.
	4.5. Describe la influencia de los seres vivos en la modificación de las condiciones del planeta.

Difícilmente se puede lograr un tipo de formación como la que se pretende sin interaccionar de diversos modos con los ejemplos que la naturaleza nos puede proporcionar.

Por otro lado, la competencia de interactuar con el espacio físico lleva implícito ser consciente de la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes, así como de la importancia de que todos los seres humanos se beneficien del desarrollo

y de que éste procure la conservación de los recursos y la diversidad natural, y se mantenga la solidaridad global e intergeneracional.

Además de la mencionada Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad, en el ámbito estatal se han desarrollado principalmente dos instrumentos programáticos para el fomento de la geodiversidad: la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad (2010) y la Estrategia de Geodiversidad de la CAPV. (Gobierno Vasco, 2010). En ambos casos se da una especial significancia, a través de diferentes actuaciones, a favorecer la incorporación de la geodiversidad en los planes y programas educativos.

Uno de los objetivos de la Estrategia de Geodiversidad de la CAPV, en la que están incorporadas instituciones como el Gobierno Vasco, las tres diputaciones forales o la UPV/EHU, entre otros, es la «Integración de contenidos de Geodiversidad en la educación ambiental y en la educación formal, como eje para incorporar plenamente la Geodiversidad en las estrategias y políticas activas en materia de educación, desarrollando materiales, herramientas y eventos dirigidos a su divulgación y difusión».

Puede considerarse, por tanto, que el desarrollo de éstos u otros planes y programas para la puesta en valor de la geodiversidad considera ineludible abordar el aspecto educativo.

En ese ámbito son muchas las actuaciones que pueden desarrollarse, desde generar un marco institucional adecuado, poniendo en contacto a responsables científicos con el ámbito educativo, la creación de centros de interpretación geológica, pasando por el diseño de materiales específicos y el refuerzo de los conceptos de geología en el currículo docente.

Se considera sin embargo prioritario a cualquiera de las potenciales actuaciones que quieran abordarse la realización de un trabajo de análisis y diagnóstico. Ese estudio debe considerar aspectos como la integración de los conceptos de geología en el currículo docente, el conocimiento de la geodiversidad y aprovechamiento de los georrecursos de la zona o el propio análisis de los materiales diseñados y elaborados para ello (bien en el aula o en los centros de interpretación).

La educación para el desarrollo sostenible ha sido abordada desde disciplinas como la biodiversidad, la ecología o la biología, pero la geodiversidad no ha sido, en muchas ocasiones, tenida en cuenta. Sin embargo, aspectos como los yacimientos geológicos, el patrimonio industrial, la antropología, la paleontología o la evolución del paisaje geológico nos ayudan a entender mejor el pasado para ofrecer respuesta de futuro en clave de sostenibilidad (Carcavilla, 2011).

Lamentablemente el escepticismo de los jóvenes respecto a las ciencias en general y a la geología en particular ha aumentado en los últimos años. Este hecho, unido a que los cambios llevados a cabo en materia de educación no han favorecido a los contenidos geológicos, producirá inevitablemente la caída de estudiantes que se matriculen en estudios universitarios vinculados con la geología y esto repercutirá en la falta de geólogos en la sociedad (Meléndez et al., 2006, 2007). La Comisión de Educación europea es consciente de esta circunstancia ya que manifiesta la falta de ciudadanos europeos mínimamente formados en geología.

Entendemos por tanto que la evolución positiva de las iniciativas de ocio y divulgación desarrollada en el ámbito estatal en los últimos años debe de estar

acompañada de una cada vez mayor integración de la geodiversidad y patrimonio geológico en la educación formal y por tanto en los contenidos curriculares. Así, además de un mayor conocimiento y puesta en valor del patrimonio geológico y geodiversidad, se generarán nuevas formas para una integración más efectiva y atractiva la geología en el currículo docente.

OBJETIVOS

En base a lo considerado en el punto anterior, la finalidad de este proyecto es apoyar la integración de la geodiversidad en el ámbito educativo.

En la ejecución de este objetivo general se definen dos objetivos:

- Realizar un diagnóstico de cómo se integra la geodiversidad en el currículo educativo en algunos centros de ESO de Bizkaia, así como la utilización de los recursos geológicos en nuestro territorio
- Elaborar propuestas para favorecer la integración curricular de la geodiversidad

Como un objetivo indirecto, los resultados de este proyecto pretenden apoyar el desarrollo de la Estrategia de Geodiversidad de la CAPV.

El proyecto toma como referencia la Zona Minera de Bizkaia y la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, ya que el ámbito de nuestro estudio es la CAPV, y en concreto el Territorio Histórico de Bizkaia,

METODOLOGÍA

Para la consecución de los dos objetivos anteriormente expuestos se han planteado una serie de actuaciones.

En el caso de la realización del estudio-diagnóstico del grado de integración de la geodiversidad en el currículo educativo, que constituye el primer objetivo de esta investigación, se plantean las siguientes actividades:

Identificación de los centros de enseñanza

Para la identificación de los centros de enseñanza sobre los que se realizará el estudio, y utilizando los criterios de priorización de las zonas de interés geológico de la CAPV, se han definido dos zonas prioritarias en el territorio histórico de Bizkaia: la Zona Minera de Bizkaia y la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. En ambos casos, además de la riqueza geológica se produce la concurrencia de que son zonas con centros de interpretación minera (Museo de la Minería del País Vasco) y de la biodiversidad (Centro de Biodiversidad de Euskadi-Torre Madariaga). Además, en ambas zonas existen numerosos centros escolares, lo que hará viable nuestra investigación.

De cara a la selección de los centros para realizar el estudio, y con el fin de poder hacer realizar una comparativa desde distintas perspectivas, se elegirán tanto centros de fuera de la geozona elegida, como centros de dentro de la geozona. En cada uno de esos casos se discriminará, también para cada geozona, entre centros que hayan visitado el georrecursos y centros que no lo hayan hecho.

La selección de tal variedad de centros permitirá realizar comparativas cruzadas, buscando resultados tales como el conocimiento de los georrecursos por parte de los

centros de la geozona o de los centros de fuera, entre otros. Asimismo, otro factor que se tendrá en cuenta en la selección será el carácter público, privado o concertado del centro.

Definición de criterios de diagnóstico. Diseño de instrumentos para el diagnóstico

Las herramientas utilizadas en el estudio serán las encuestas a profesorado y alumnado de ESO, así como entrevistas al profesorado.

Con dichos instrumentos se pretenderá obtener información sobre el conocimiento de la geodiversidad de la zona, la utilización de los centros y equipamientos de su entorno y los conocimientos sobre geodiversidad y geología adquiridos tanto en clase como en las visitas realizadas a esos georrecursos.

Como la encuesta irá dirigida, por un lado, a obtener información acerca de las dificultades y facilidades con que cuenta el profesorado para integrar la geodiversidad en su práctica docente y, por otro, a valorar la percepción del alumnado, las encuestas se realizarán al profesorado y alumnado. Por lo tanto, se plantea “a priori” que éstas sean distintas, si bien puedan tener una base común. En dichas encuestas se investigarán entre otros los siguientes aspectos:

- percepción y conocimiento de las nociones básicas y fundamentos de la geodiversidad/geología
- integración de la geología/geodiversidad en el currículo docente y en la educación ambiental del centro, y más concretamente de las características de las geozonas cercanas.
- grado de conocimiento de las geozonas de referencia.
- conocimiento de las actuaciones específicas del centro hacia/con los georrecursos del entorno.

Visitas a los centros y realización de encuestas y entrevistas

La metodología de trabajo para la realización de las encuestas incluirá una primera visita a cada centro que, además de la presentación del proyecto y de las encuestas, permitirá recoger en las reuniones con el profesorado aspectos más subjetivos y valorativos relacionados con nuestro objetivo.

Estas entrevistas se realizarán con el profesorado que haya sido el encargado de las visitas a los georrecursos. Los datos obtenidos en las mismas completarán y ampliarán los datos procedentes de los cuestionarios elaborados en nuestra investigación.

Tratamiento de resultados y obtención de conclusiones

Se analizarán y evaluarán los datos obtenidos a través de los cuestionarios al profesorado y al alumnado y también las notas recogidas en las entrevistas con el profesorado. Se identificarán aspectos como: patrones comunes de comportamiento actitudinal, percepción de la geodiversidad, ámbitos de refuerzo del conocimiento conceptual básico sobre la geodiversidad o actividades realizadas antes y después de la visita en relación a los georrecursos de la zona.

Teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas, se abordará el segundo objetivo del proyecto, la elaboración de una propuesta para favorecer y mejorar la integración curricular de la geodiversidad.

En este sentido, los resultados se trabajarán de forma conjunta para las dos geozonas de estudio, pero también podrán lograrse resultados específicos para cada una de ellas.

En el caso de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, la información obtenida hasta el momento apunta a que no se trabaja la geodiversidad de manera específica. Por el contrario, en la Zona Minera partimos de la hipótesis de que la geodiversidad se ha trabajado más como patrimonio histórico e industrial que como un aspecto relacionado con las ciencias de la tierra.

En cualquier caso, para la realización del informe final de resultados y en especial para la presentación y contraste de los resultados obtenidos, se considera de gran interés el involucrar a diferentes agentes relacionados con la gestión ambiental o la gestión educativa. En este sentido se cuenta con el apoyo de los centros de interpretación de cada una de las zonas antes mencionados, además de la colaboración de la Oficina Técnica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, de los Centros de Educación e Investigación Didáctico-Ambiental, así como del Departamento de Mineralogía y Petrología de la UPV/EHU.

Estas colaboraciones permitirán, además, una potencial continuación de este trabajo ya que los resultados obtenidos posibilitarán sugerir diferentes actividades para el fomento de la geodiversidad, diseñando y elaborando materiales docentes que recojan específicamente la geodiversidad de la CAPV.

REFERENCIAS

Carcavilla, L. (2011, junio). Geoturismo y geoconservación: amenazas y oportunidades. *Ponencia presentada en la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico*. León, España.

Decreto 175/2007, de 16 de octubre, Currículo de la Educación Básica en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Boletín Oficial del País Vasco, Vitoria- Gasteiz, 13 de noviembre de 2007. Recuperado el 14 de mayo de 2012, de <http://www.euskadi.net/bopv2/datos/2007/11/0706182a.pdf>.

Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad. (2010). Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. Recuperado el 14 de mayo de 2012, de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/1_consejeria_de_medio_ambiente/dg_gestion_medio_natural/biodiversidad/static_files/biodiversidad_en_andalucia/presentacion_estrategia_andaluza_gestion_integrada_biodiversidad.pdf.

Gobierno Vasco (2010). Estrategia de Geodiversidad de la CAPV. Recuperado de 14 de mayo de 2012, de http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-u95/es/contenidos/informacion/geodiversidad/es_geo/05.html.

Ley Orgánica 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Boletín Oficial del Estado, Madrid, España, 14 diciembre 2007. Recuperado el 14 de mayo de 2012, de <http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/14/pdfs/A51275-51327.pdf>

Meléndez, G., Fermeli, G. & Koutsouveli, A. (2006, septiembre). Teaching Geology and geological heritage in secondary schools: similar approaches in Spanish and Greek schools. [Resumen]. *ProGeo symposium: Safeguarding our Geological Heritage*, 11-12.

Meléndez, G., Fermeli, G. & Koutsouveli, A. (2007). Analyzing Geology textbooks for secondary school curricula in Greece and Spain: Educational use of geological heritage. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, XXXVII, pp.1819-1832.

Rodrigo, M. (1994). Aproximación al pensamiento del Profesor de Ciencias de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Complutense de Educación*, 5(2), 271-288.

Rodrigo, M., Agra, M.J., Gómez, M.A., Morcillo, J.G., Unamuno, M. & Vidal, M.P. (1993). Identificación de competencias y características deseables en el Profesor de Ciencias de EGB. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 255-264.

Serrano, E. & Ruiz, P. (2007). Geodiversidad: Concepto, evaluación y aplicación Territorial. El caso de Tiermes Caracena. *Boletín de la A.G.E.*, 45, 79-98.



PREMIO APICE

La Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE), para conmemorar el XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales, ha convocado el PREMIO APICE.

El objetivo del mismo es fomentar promover y divulgar la investigación para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias en los diferentes niveles educativos, así como la relación entre la sociedad actual y la educación científica.

Está dirigido a investigadores noveles que hayan presentado el *Trabajo Fin de Master* o el *Trabajo de Investigación Tutelado*, en los cursos académicos 2009-10 y 2010-11

Se concederán tres premios, un primero de 250 €, un segundo de 150 € y un tercero de 100€

Los trabajos presentados han sido los siguientes:

Ana Aragües Díaz: *Enseñanza de las ciencias: indagación guiada en las prácticas escolares.*

Ana Belén Villarejo Villar: *Alimentación y salud en la adolescencia*

Ana Pino Álvarez: *Evaluación de la implementación de la tecnología EXAO en centros de secundaria andaluces: antecedentes y diseño de cuestionarios y entrevistas.*

Gema Merino Espinosa: *Las definiciones de los conceptos de Población y Especie en los libros de texto de Secundaria.*

Macarena Luque Bago: *Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la sexualidad y la reproducción humana en la enseñanza secundaria obligatoria. Un estudio de caso.*

María del Carmen Romero-López: *Identificación de ideas previas sobre los conceptos de individuo, población y especie en el alumnado de secundaria.*

María Martínez Chico: *Formación inicial de maestros/as para la enseñanza de las ciencias. Opiniones de docentes en activo y de expertos en Didáctica de las Ciencias.*

Pedro José Pastor Ruiz: *Análisis de analogías en los libros de texto de ciencias de ESO (física y química) y diseño de una propuesta didáctica.*

Enseñanza de las Ciencias: indagación guiada en las prácticas escolares

Autora: Ana Aragüés Díaz

Directora: María José Gil Quílez

Codirectora: Milagros de la Gándara Gómez

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación.
Universidad de Zaragoza, (araguesd@unizar.es)*

Resumen

La presente investigación se centra en un análisis de situaciones de aula mediante grabaciones de video. En ellas, maestros en formación llevan a cabo una propuesta didáctica basada en la aplicación de una metodología de indagación guiada en clases de Ciencias en la etapa de Primaria. Los maestros en formación, cuya actuación se analiza, pertenecen a la Facultad de Educación de Zaragoza. Durante sus estudios en las aulas de la universidad habían realizado actividades de indagación y reflexionado sobre sus implicaciones para el ejercicio profesional. El objetivo de este trabajo es obtener resultados acerca de las dificultades de la transposición didáctica de una metodología de indagación, realizada durante el *Practicum*. Los resultados sugieren la necesidad de revisar aspectos claves de la formación del profesorado, sin desligarlo de una clarificación de qué ciencia debieran aprender el alumnado de primaria y cuál sería el papel del maestro-tutor en consecuencia.

INTRODUCCIÓN (JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS)

Una de las justificaciones de la elaboración del presente trabajo radica en el alarmante descenso de alumnos matriculados en carreras científicas en las últimas décadas revelado a través de distintos informes Europeos (Rocard, 2007; Osborne y Dillon, 2008). Por otra parte, la necesidad de una cultura científica ciudadana básica, basada en la participación social activa relacionada con la ciencia, conlleva a un replanteamiento de la didáctica de las ciencias desde los niveles más tempranos. Para estas cuestiones, desde diversas instituciones se recomienda una enseñanza de las ciencias por indagación (*inquiry*), también aludida en términos de “investigación escolar” (American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 2000; National Science Teachers Association, 2007; Duschl, Schweingruber y Shouse, 2007; Association for Science Education, 2009, Instituto de Evaluación, 2010).

En el plan de estudios de la universidad donde se desarrolla el presente trabajo, se concede una dedicación muy limitada a la posibilidad de que el futuro maestro de educación Primaria ponga a prueba sus habilidades para abordar situaciones problemáticas científicas, así como sus competencias para aplicarlas en la escuela. La Diplomatura de Maestro en Educación Primaria adjudica tan sólo 130 horas en el tercer curso, durante el segundo cuatrimestre, para cursar asignaturas relacionadas con la educación científica.

El principal objetivo del estudio es detectar el grado de competencias de los maestros en formación para aplicar una enseñanza por indagación guiada e identificar qué dificultades entraña su transposición didáctica. Con tal motivo, se grabaron en vídeo varias actuaciones

de unos estudiantes del último curso, durante el *Practicum*, las cuales han constituido la fuente de datos para la elaboración de esta investigación.

El trabajo realizado se divide en dos grandes bloques, el primero que hace referencia a una fundamentación teórica y el segundo que corresponde al estudio de tipo observacional en el que se recoge los aspectos metodológicos, análisis, resultados y conclusiones.

PRIMERA PARTE: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En esta primera parte se abordan las principales perspectivas que han orientado el trabajo, desde la definición del problema hasta la interpretación de los datos obtenidos, considerando diferentes fuentes.

Fundamentación desde la Filosofía de la Ciencia: ¿Qué es ciencia?

Este trabajo parte de una aproximación a la definición de Ciencia a través de distintas fuentes, explicitándose la dificultad de esta tarea. Una reflexión sobre las distintas concepciones epistemológicas (*inductivismo*, *positivismo lógico*, *falsacionismo* Popperiano y concepto de *paradigma* de Kuhn) de la Ciencia ayudan a comprender cómo el contexto social e histórico condiciona la definición de Ciencia, no pudiéndose hablar de un punto de vista rígido de qué es Ciencia ni de un sólo método científico válido.

Consciente o inconscientemente, en todo proceso de enseñanza-aprendizaje, el docente juega un papel central, exhibiendo una forma de aprender y de hacer Ciencia, que va a estar condicionada por la visión de la misma. El conjunto de concepciones sociológicas y epistemológicas sobre la verdadera naturaleza de la ciencia y acerca del modo en el que se genera el conocimiento científico, condiciona la finalidad de la educación científica (Vázquez y Manassero, 1999).

Fundamentación psicopedagógica

Desde el ámbito de la Psicología, las principales aportaciones derivan del interés en cómo aprende el alumno. A partir de la epistemología genética de Piaget (1971), el elemento clave para el aprendizaje es la interacción del que aprende con su entorno. El interés en las clases de ciencias fue acentuar los procesos sobre los contenidos como métodos para adquirir un pensamiento formal, de modo que una vez alcanzada esta fase cognoscitiva los contenidos sean adquiridos con facilidad. Se tilda la enseñanza en la observación, formulación de hipótesis etc. de forma que la indagación pasó a integrarse como un objetivo la didáctica de las ciencias. La interacción social como punto clave para el aprendizaje, que defiende la teoría socio-constructivista de Vygotsky (1995), llama la atención sobre la importancia de la *zona de desarrollo próximo* para comprender la influencia del trabajo cooperativo y de la comunicación a través del lenguaje. La teoría de *la asimilación* de Ausubel (1963) centra su interés en la consideración de la mente como una estructura jerárquica de conceptos, desde los más generales hasta los más concretos, enfatizando que el aprendizaje que tiene lugar en un determinado contexto educativo. Derivado de esto último, los *mapas conceptuales* de Novak (1999) pretenden ayudar a representar la organización del conocimiento y por tanto, ayudan a visualizar los conceptos y su relación de forma jerárquica.

El último apartado de la parte de fundamentación teórica se centra en la indagación guiada, en el que se abordan dos puntos: Antecedentes y definición y Definición del modelo utilizado en este trabajo.

Indagación guiada

Desde cualquiera de las perspectivas presentadas brevemente en los apartados anteriores, la *indagación* se presenta como una opción epistemológica coherente con la construcción de los conocimientos, especialmente de la ciencia.

Antecedentes y definición

A partir de los años 70, bajo la convicción de la importancia que posee el conocimiento científico para la ciudadanía comenzó a emerger una propuesta basada en la *Indagación*, la cual tuvo un gran desarrollo en Estados Unidos con la financiación de la NSF (NationalScienceFoundation). Del mismo modo desde finales de los años 80 se ha comenzado a desarrollar un importante número de proyectos siguiendo esta metodología, entre ellos el proyecto *Pollen* (<http://www.pollen-europa.net/>) y el proyecto francés *La main à la pâte* (<http://lamap.inrp.fr/>), siendo este último de los proyectos uno de los de mayor repercusión en relación con la renovación de la enseñanza de la ciencia en Primaria (Hernández, Figueroa, Carulla, Patiño, Tafur y Duque, 2004). La idea de la necesidad de una metodología enseñanza-aprendizaje basada en los procesos científicos, por su contribución al aprendizaje significativo, es ya clásica (Novak, 1999).

Desde entonces, gran parte de los esfuerzos en investigación didáctica se vierten en configurar una enseñanza de las ciencias que tenga en cuenta cómo los científicos hacen ciencia. Según el *Inquiry and theNationalScienceEducationStandars: A Guide forTeaching and Learning* (2000), la indagación se refiere no solamente a cómo se desarrollan las actividades que realizan los estudiantes para aprender y comprender las ideas científicas, sino también la forma en que trabajan los científicos cuando estudian el medio natural.

Actualmente, se considera que hay que diferenciar la ciencia escolar de la ciencia de los científicos, siendo una de las cuestiones claves en esta diferenciación la naturaleza del problema. El “problema” de los científicos equivaldría a una “cuestión” o una “pregunta” para el alumno, es decir, una duda real o un problema auténtico. Y una investigación científica sería análoga a una investigación en la escuela (Jiménez, 1998; Izquierdo, 1999; Duschl, 1998).

Diversas investigaciones avalan este tipo de metodología didáctica desde las etapas más tempranas. Pujol (2003) indica la necesidad de enseñar una ciencia basada en la regulación de los procesos del aprendizaje desde los niveles más tempranos. Para ello, Cañal (2007) enfatiza la necesidad de impulsar la investigación didáctica y las metodologías de indagación desde la formación básica del profesorado.

La indagación bien podría calificarse como una forma de dar la oportunidad a los alumnos de descubrir el mundo que les rodea y adquirir una actitud autónoma y resolutiva. Es decir, del mismo modo que la ciencia ha avanzado a través del error, la duda y las preguntas reales, sería deseable que los estudiantes adquiriesen conocimientos del mismo modo y no sólo como cajones de sabiduría llenos de leyes y principios estancos.

Identificar los distintos aspectos que facilitan un aprendizaje por indagación permite un acercamiento a la comprensión del aprendizaje y un saber que impulsa la didáctica de las ciencias. En este sentido Gil Quílez, Martínez Peña, De la Gándara Gómez, Calvo Hernández y Cortés Gracia (2008) después de realizar un estudio acerca de la aplicación de la metodología de indagación en la formación inicial de maestros concluyen que: “(...) *los estudiantes detectan que una metodología docente basada en la indagación supone afrontar importantes retos, a menudo disuasorios para gran parte del profesorado en formación.*”

No obstante, a pesar de los numerosos esfuerzos realizados por la comunidad educativa, el

aprendizaje por indagación es escaso en el espacio educativo y en ocasiones se han alzado voces que cuestionan si una enseñanza por indagación requiere un profesorado excepcional (Anderson, 2002).

Profundizando en este tipo de metodología se destaca los Estándares Nacionales para la Enseñanza de las Ciencias del Consejo Nacional de Investigación (1996) donde se apuntó que aquellos estudiantes que emplean la indagación para aprender Ciencia utilizan numerosos procesos mentales que son utilizados por los científicos. Por otro lado, se señala también que a pesar de ser consciente el educador de ello no siempre conoce las actividades y los procesos mentales que usan los científicos.

De toda la literatura revisada se infiere que existiendo unos elementos claves que definirían qué es una actividad indagación (resolución de situaciones problemáticas para el alumno y progreso en la autorregulación del aprendizaje), el modelo es lo suficientemente flexible como para contemplar la variabilidad de situaciones didácticas. Estos aspectos se desarrollan en el siguiente apartado.

Definición del modelo de indagación guiada utilizado en este trabajo

Basándonos en la bibliografía anteriormente citada, se expone a continuación el marco teórico procedimental en el que se evidencia en qué punto se sitúa y se entiende en este trabajo este tipo de metodología.

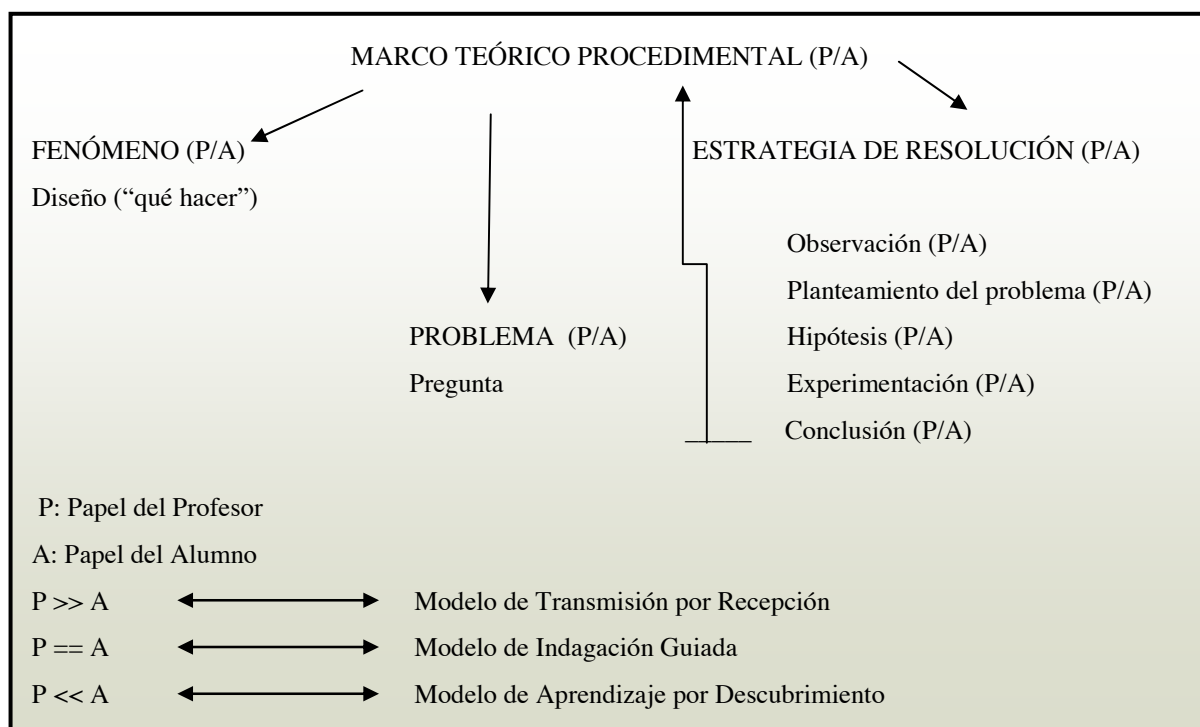


Figura 1: Esquema indagación guiada

Para la generación de un marco teórico procedimental en el aula surge o se observa un fenómeno o hecho. Normalmente es el maestro o la maestra la que dirige la mirada hacia ese fenómeno o hecho en función de los objetivos docentes; no obstante, también puede ser el propio alumnado el que observe el fenómeno y plantee esa pregunta real.

Frente al planteamiento de un problema o de una pregunta, con la finalidad de dar respuesta a esta pregunta, se elabora una estrategia de resolución. Esta estrategia contendría una serie de fases o etapas que son:

1. La observación del fenómeno, no de forma global, sino con la mirada puesta en la obtención de una respuesta para una pregunta concreta.
2. El planteamiento del problema. En caso de que el maestro o maestra haya ya definido la pregunta no será necesario.
3. Propuesta de hipótesis. Este punto siempre deberá darse siempre en este tipo de aprendizaje. Las hipótesis no son más que sugerencias de posibles explicaciones en las que el alumnado pondrá en juego sus conocimientos previos, y es en este punto en el que el alumno o alumna pone en juego la relación de variables, de creatividad y otras habilidades de pensamiento superior según Bloom (Churches, 2009).
4. Experimentación. Esta etapa no tiene por qué originarse en todas ocasiones, por ejemplo si lo que se pretende es estudiar el fenómeno de la erosión una representación fiel del no tendría cabida en el aula por cuestiones de tiempo.
5. Conclusión. Basándose siempre en la evidencia los alumnos deben exponer al resto la conclusión.

SEGUNDA PARTE: ESTUDIO OBSERVACIONAL

Metodología

Para la elaboración de este trabajo se ha seguido, dentro del marco de las investigaciones cualitativas, una metodología observacional, con el interés centrado en la identificación del grado de desarrollo de las competencias en la transposición didáctica de una metodología de indagación guiada en aulas de Primaria.

La investigación prioriza en todo momento la determinación del significado frente a la cuantificación, con el objetivo de comprender el fenómeno lo más detalladamente posible. De esta forma, se permite la obtención de unos resultados situados que permiten una reflexión concreta del acontecimiento, facilitando así su discusión.

Por otro lado, el análisis de vídeos presenta la ventaja de poder investigar distintos aspectos del desarrollo de las actividades de aula (análisis del contenido, interacciones dentro del sistema del aula, condiciones del medio didáctico, etc.), así como abordarlos desde distintos puntos de vista de la profesión didáctica.

Muestras

Las muestras tomadas fueron grabaciones realizadas por el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de esta Universidad, de las actuaciones de dos maestras y un maestro en formación, que realizaban el *Practicum* en un mismo centro escolar.

Se tomaron un total de seis grabaciones, dos correspondientes a cada maestro y maestra (*maestro-1*, *maestro-2* y *maestra-3*) de duraciones comprendidas entre 3,21 minutos y 11,42 minutos. En todos los casos durante la grabación en el aula clase se encuentran maestro/a en formación alumno/a, la maestra-tutora del aula clase así como profesoras pertenecientes al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Instrumentos

Se recurrió a dos tipos de herramientas complementarias: un *formato de campo* y la aplicación informática *Transana*.

El *formato de campo* se diseñó como guía de observación, basado en el modelo teórico de una actividad de indagación en el aula. Para dicho formato de campo se han propuesto cinco dimensiones que se corresponden con: habilidades lingüísticas, autoría de la intervención, fases de la indagación y tipo de preguntas. Por cautela, se añadió la dimensión “otras” con el fin de dar cabida a la posible presencia de elementos casuísticos que, aunque fueran irrelevantes en el modelo teórico, pudieran cobrar algún interés a lo largo del proceso. Posteriormente, para cada dimensión se elaboró un sistema de categorías (Tabla-1).

DIMENSIONES	CATEGORÍAS
Habilidades lingüísticas	Describir Explicar/Razonar
Autoría de la intervención	Maestro en prácticas Maestro tutor del aula Maestro no tutor del aula
Fases de la indagación	Observación Planteamiento del problema Propuesta de hipótesis Experimentación Conclusión
Tipos de preguntas	Cerrada Abierta No aprendizaje
Otras	Normas Refuerzo positivo Refuerzo negativo

Tabla 1: Relación de dimensiones y categorías elaboradas

El sistema de categorías se elaboró de forma abierta, adaptándolo y modificándolo durante los primeros visionados de las grabaciones de video. Tras ser sometido a *triangulación* con la participación de las tutoras del presente trabajo, quedó definitivamente constituido por dieciséis categorías. Cada una de las categorías fueron definidas cumpliendo los criterios de exhaustividad y de exclusividad mutua. A modo de ejemplo se expone la definición de una de ellas:

Fases de la indagación

3.c. Propuesta de hipótesis

Cuando el maestro y/o los alumnos sugieren una predicción acerca de un fenómeno, fundamentándose en un marco teórico-experimental explícito, susceptible de ser comprobada y discutida.

Como instrumento de análisis se ha utilizado la aplicación *Transana*. Se trata de un software diseñado para el análisis de datos audio-visuales con la ventaja de poder trabajar en una misma ventana con el vídeo, la onda de audio y la transcripción de los diálogos (Figura-2). Contiene herramientas que permiten abordar situaciones de aula desde diferentes ángulos o intereses (conocimientos, interacción, habilidades lingüísticas etc.). A la vez, es una

herramienta que permite ser utilizada desde diferentes modelos teóricos de investigación, tanto cualitativas como cuantitativas.

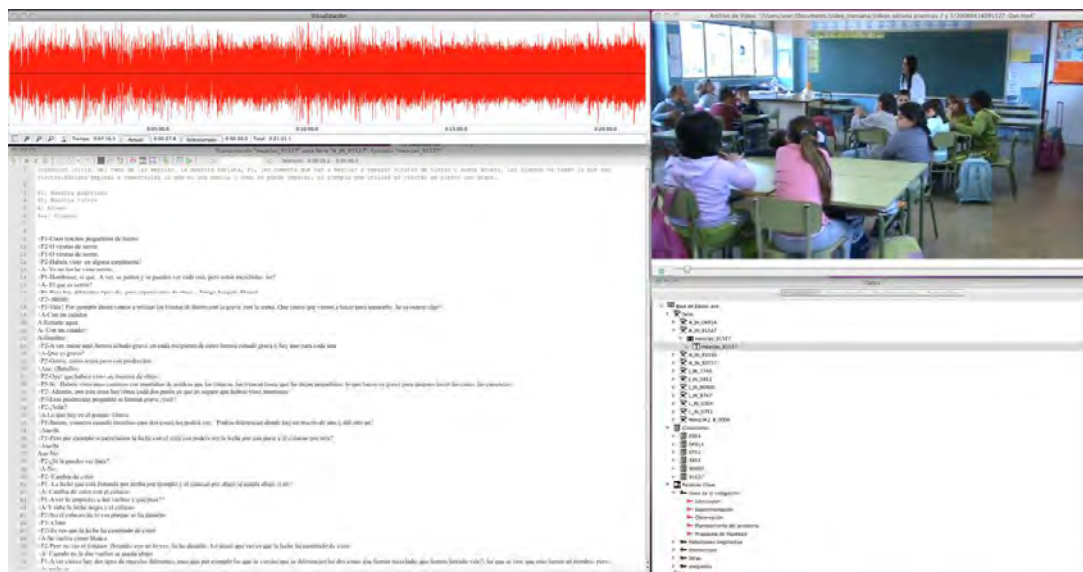


Figura 2: Pantalla de Transana correspondiente al análisis de las grabaciones

A pesar de que existen numerosas herramientas de análisis de vídeos, la elección de Transana por parte de este Departamento está fundamentada en que se trata de la herramienta utilizada y valorada positivamente por el grupo de trabajo VISA, con el que se colabora (<http://visa.inrp.fr/visa>). Autores como Malkoun, Seck y Tiberghine (2007) realizan un análisis de las ventajas que presenta este software frente a otras herramientas de análisis de vídeos.

Análisis de datos

Inicialmente se *transcribieron* las grabaciones de vídeo a formato texto. Se procedió a un *análisis macro*, para contextualizar la situación objeto de análisis, dando cuenta de los rasgos globales (Tabla-2). Concretamente se registran para cada propuesta de transposición: la secuencia de las *etapas*, su *temporalización*, la *modalidad* de la de cada etapa (individual o grupal) y una breve descripción acerca de cómo participa en cada etapa el alumnado y el profesorado. A modo de ejemplo:

Vídeo 90900: Ciclo del agua. Maestro 2

Tiempo (min)	Modalidad (Tgrangrupo, Tequipo, Tindividual)	Etapas	Alumno	Profesor (Maestro en formación)
0-1:39	Tg	Introducción	Aluden a que las gotas suben porque el sol las calienta. Un alumno expone que “ <i>El sol calienta y lo sube pero no lo vemos porque es gas y el gas no se ve</i> ”. Otro alumno plantea que el gas de las nubes sí se ve.	Introduce la clase con una pregunta: ¿Por qué el mar no crece si llueve y los ríos vierten agua?

1:39-2:53	Tg	Conclusión	Los alumnos explican la conclusión de la pregunta a la maestra tutora.	Propone explicarle a la maestra tutora porque el mar no crece. Concluye afirmando que el sol calienta el agua y el agua se evapora.
-----------	----	------------	--	---

Tabla 2: Ejemplo parcial del análisis macro

Durante este *análisis macro* se elaboró la lista de rasgos, que una vez superada la prueba de triangulación, dio lugar a la creación del sistema definitivo de categorías (Tabla-1). Estos primeros análisis se han reunido en una tabla-resumen que da cuenta de los contenidos globales (concepto de mezcla, el ciclo del agua y modelo de río) trabajados por los tres estudiantes en prácticas (Tabla-3).

VIDEOS	Código	Tiempo (min)	Tema
Maestra 1	04914	4,46	Mezclas: Agua y miel, agua y harina
	91527	9,58	Mezclas: Grava y arena
Maestro 2	03853	3,21	Dureza : yeso, arcilla y sílice
	90900	11,42	El ciclo del agua
Maestro 3	00304	3,26	Modelo de río
	00751	5,26	Modelo de río y ciclo del agua

Tabla 3: Relación de grabaciones de video

Finalmente, para un análisis más detallado (y significativo) se procedió a un *análisis micro* de acuerdo al sistema de categoría elaborada, consistente en codificar las transcripciones de los diferentes fragmentos de video (Figura-3), conforme al sistema de categorías establecido para una actividad de indagación.

A continuación se presenta la leyenda de colores para las categorías establecidas:

Legend:	
	Habilidades lingüísticas : Describir
	Habilidades lingüísticas : Explicar/Razonar
	Intervencion : Alumno
	Intervencion : Maestro practicas
	Intervencion : Maestro tutor
	Otras : Normas
	Otras : Refuerzo negativo
	Otras : Refuerzo positivo
	fases de la indagación : Conclusión
	fases de la indagación : Observación
	fases de la indagación : Planteamiento del problema
	fases de la indagación : Propuesta de hipótesis
	preguntas : Abierta
	preguntas : Cerrada
	preguntas : No aprendizaje

Figura 3: Leyenda de códigos

Una vez codificadas las grabaciones, se han generado diferentes gráficos:

Mapa de secuencia de códigos donde se muestra la ocurrencia de cada código en relación con la secuencia temporal (Figura-4).

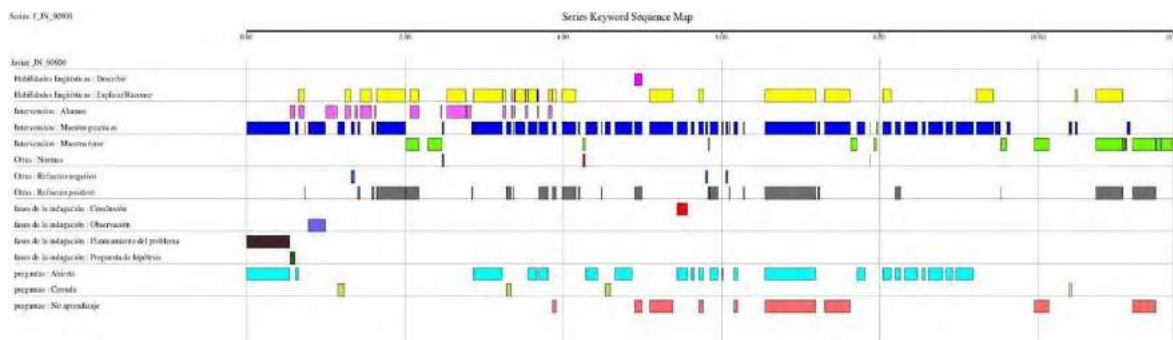


Figura 4 : Mapa de secuencia de códigos

Grafo de barras de códigos y grafo de porcentaje de códigos de los cuáles se puede extraer el mismo tipo de información que básicamente corresponde a una relación porcentual del código en función del tiempo (Figura-5).

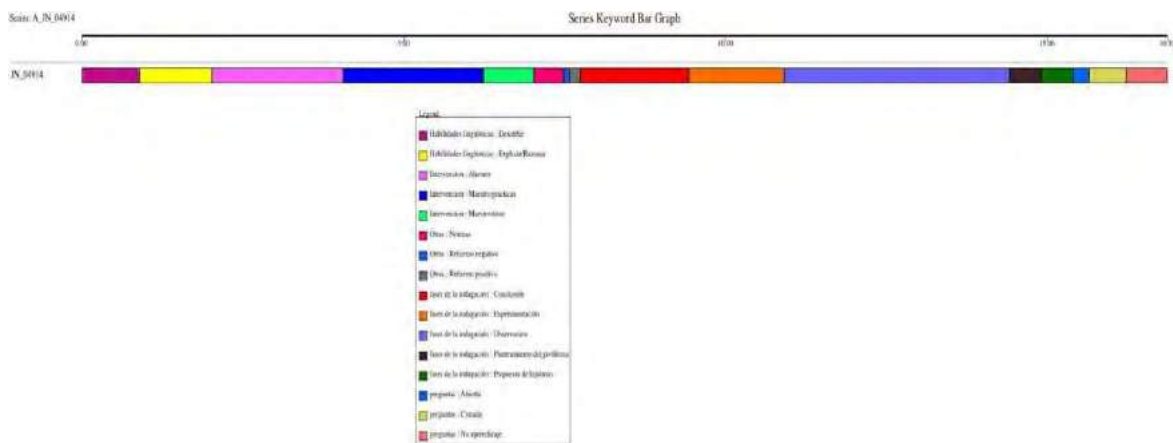


Figura 5 : Grafo de barras de códigos.

También se realizó un análisis seleccionando con un mismo color todos aquellos códigos que ocurren en una misma secuencia temporal, de forma que se puede precisar qué códigos se originan durante la intervención ya sea del alumno, del maestro en formación o del tutor (Figura-6).

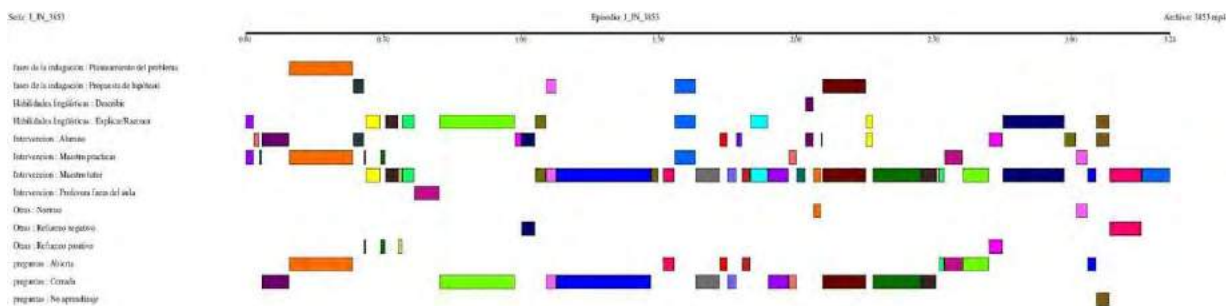


Figura 6: Mapa de códigos de diferentes colores para un código dado

A partir de los gráficos correspondientes al peso porcentual se han elaborado tablas porcentuales relación a cada una de las grabaciones, así como una media ponderada de cada pareja de vídeos en relación a cada profesor que queda recogida en la Tabla-4.

	Maestra 1	Maestro 2	Maestra 3
CÓDIGOS	%	%	%
Habilidades lingüísticas: Describir	4,5	1,7	3,4
Habilidades lingüísticas: Explicar/Razonar	9,3	15,65	5,12
Intervención: Alumno	12,5	4,85	12,5
Intervención: Maestro prácticas	17,6	17,35	28,4
Intervención: Maestro tutor	8,6	1,7	0
Intervención: Maestra fuera del aula	1,9	0,64	0
Otras: Normas	3,4	1,9	3,6
Otras: Refuerzo negativo	1,7	2,75	1,5
Otras: Refuerzo positivo	1	6,55	4,8
Fases indagación: Planteamiento del problema	4	2,65	11,2
Fases indagación: Observación	10,58	0,4	11,2
Fases indagación: Propuesta de hipótesis	2,5	2,4	2,35
Fases indagación: Experimentación	5	0	0
Fases indagación: Conclusión	5,8	0,2	1,71
Pregunta: Abierta	4	9,45	6,6
Pregunta: Cerrada	4,9	10,6	8,5
Pregunta: No aprendizaje	3,17	4,65	10,5

Tabla 4: Media ponderada de los porcentajes de los videos de cada maestra/a

Resultados

Maestra 1

A partir los porcentajes obtenidos de forma cuantitativa se observan pesos porcentuales elevados referentes a los códigos de las *Fases de la indagación*. Sin embargo, en un análisis más detallado se observan situaciones en las que la *maestra*-Inicialmente propone la *Conclusión* y posteriormente la *Observación* y el *Planteamiento del problema*. Con estos resultados podemos concluir que a pesar de la intención de la maestra de aplicar este tipo de metodología en el aula el orden no es lógico ni claro para que los alumnos construyan un marco conceptual. Otra característica que nos sugiere que verdaderamente no se está produciendo la indagación es que el número de *Preguntas cerradas* que plantea la *maestra*-*Ies* casi el doble al número de *Preguntas abiertas*. Este hecho sugiere una falta de oportunidad hacia los alumnos para originar posibles explicaciones susceptibles de ser verificadas, y de esta forma ser capaces de construir ellos mismos un marco teórico.

En adición con lo anteriormente expuesto, observamos que el código *Explicar/Razonar* también posee un elevado peso porcentual. Esto explica también que no existe una verdadera indagación puesto que la *maestra-I* expone los conocimientos sucesivamente, en vez de promover que los alumnos sean los que los generen.

Por último, si atendemos a la participación del maestro tutor observaremos que la participación se centra en códigos como *Explicar/Razonar* o *Describir*, es decir, el tutor

tampoco guía en suficiente medida a la maestra en prácticas en la aplicación de este tipo de metodología.

Maestro 2

En el caso del *maestro-2* el mayor peso porcentual corresponden a códigos referentes a *Refuerzo positivo* y *Explicar/Razonar*. Además llama la atención la total intervención por parte del maestro en prácticas y la nula intervención por parte del maestro tutor. Podemos suponer que quizá el tutor otorga una total libertad a la alumna en prácticas. No obstante, este hecho no tiene porqué ser un factor positivo en sí mismo, ya que el tutor debe orientar en alguna medida al alumno también en la aplicación de la metodología.

También podemos apreciar que, en principio, existe un bajo porcentaje en las *Fases de indagación* respecto a otros vídeos. De los gráficos correspondientes se observa una clara secuencia lógica en los aspectos de la indagación. En primer lugar el maestro realiza el *Planteamiento del problema* de forma clara y concisa, posteriormente se produce una breve *Observación* seguido de una fase de *Explicar/ Razonar* hasta que el alumno finalmente elabora una *Conclusión*. En resumen, es preciso analizar en detalle cada situación puesto que con los porcentajes globales el análisis quedaría incompleto y fragmentado.

Maestra 3

En el tercer caso, los códigos que hacen referencia a las *Fases de indagación* tienen porcentajes muy bajos respecto a *Explicar/Razonar*. Y del mismo modo, el peso porcentual del número de *Preguntas cerradas* es notablemente superior al de *Preguntas abiertas*. Este tipo de preguntas favorecen un aprendizaje memorístico en el que el alumno no construye conocimiento sino que se limita a recordar y en ocasiones sin establecer relaciones entre los conceptos.

Se observa también que el maestro tutor no participa en ningún momento en toda la grabación, es decir, no tutoriza a la *maestra-3* guiándola en la aplicación metodológica. Por último resaltar que a pesar de existir escasos porcentajes para el proceso de indagación podemos ver que el orden de los mimos parece lógico para que los alumnos construyan conocimiento. La secuencia es la siguiente: *Planteamiento del problema*, *Propuesta de hipótesis* por parte del alumnado y final *Conclusión*.

En resumen, en los tres casos se observa una clara aproximación por parte del maestro/a en formación a este tipo de metodología y esto se refleja en los porcentajes de la tabla anterior. En todos los casos, en mayor o en menor medida, se han reflejado códigos referentes a la indagación. No obstante, en un análisis más detallado se observa que habría que tener en cuenta aspectos que den cuenta con mayor detalle del tipo de contenido que se pretende abordar para poder sacar conclusiones acerca de los resultados. En algunos casos el contenido no precisa o no es viable una experimentación, por lo que la falta de este código no implica un menor desarrollo de esta metodología tal y como es el caso del *maestro-2*. Por otro lado, la experimentación que se ha codificado en algunos casos no es realmente tal sino que se trata más bien de una demostración en la que los alumnos no participan sino que se limitan a observar un “experimento” (*maestra-1*).

CONCLUSIONES

Siguiendo con el análisis se observan fenómenos como que a pesar originarse los códigos referentes a un proceso de indagación, la secuencia de su ocurrencia no es coherente con el modelo. Se dan situaciones como las de la *maestra-1*, en las que la clase se inicia con una

conclusión en lugar de originarse al final, como consecuencia de todo el proceso de la indagación. También observamos otro caso en que después del pretendido proceso de indagación, no se establece una conclusión clara, de lo que puede inferirse que la observación y experimentación realizadas, han servido de mero pasatiempo para el alumnado de Primaria.

El análisis revela la flexibilidad del modelo de indagación, en el sentido de que no se puede identificar indagación con experimentación (manipulación de material). De la misma forma, difícilmente puede haber indagación sin una mínima fundamentación que avale cada una de las decisiones que implica el modelo.

En este punto se plantea la cuestión en la línea que planteaba Anderson (2002) de si el problema de la transposición de la indagación guiada al aula guarda relación con insuficiencias en la formación metodológica por parte del profesorado y/o con la insuficiencia de marcos teóricos-procedimentales que puedan sustentar una empresa de este tipo.

En conclusión podemos afirmar que los maestros muestran un claro interés en la metodología de indagación, que existe una alta participación aunque no siempre como herramienta para aprender ciencias. Parece que los maestros en formación se muestran más preocupados por la enseñanza como transmisión de contenidos que por un aprendizaje significativo. Como se ha señalado al principio la metodología de enseñanza por indagación facilita este tipo de aprendizaje, al centrar su interés en la construcción de conocimiento específico.

Limitaciones y perspectivas de futuro

El presente trabajo corresponde a un ejercicio de investigación en el marco de unos estudios de Master (“*Aprendizaje a lo largo de la vida y en contextos multiculturales*”) por lo que las limitaciones del mismo tienen fundamentalmente carácter temporal.

En este estudio convendría ahondar en el análisis de facetas tales como el papel que juega el maestro tutor, es decir, investigar qué idea tiene de la Ciencia y en qué medida se la trasmite al maestro en formación; el ambiente aula clase, en qué medida se trabaja en equipo, la disposición etc.; analizar un mayor abanico de habilidades lingüísticas etc.

Se trata de un trabajo que sirvió de inicio de una tesis doctoral subvencionada con una beca de investigación FPU dentro de un Proyecto del Ministerio de Educación.

BIBLIOGRAFÍA

American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press. Consulta online 28/05/2012 en: <http://www.project2061.org/publications/bsl/>

Anderson, R.D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.

Association for Science Education (2009). *Primary Curriculum Review. A response from the Association for Science Education, July 2009*. Consulta online 28/05/2012 en <http://www.ase.org.uk/documents/ase-responds-to-the-primary-curriculum-review/>

Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton.

Cañal P., (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 24, 46-47.

Churches, A. (2009): *Taxonomía de Bloom para la era digital*. Consultado online el 25/05/2012 en <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php>.

Duschl, R. A. (1998) La valoración de argumentaciones y explicaciones: Promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 3-20.

Duschl, R.A., Schweinguber, H.A. & Shouse, A.W., Eds. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: *National Academies Press*.

Gil Quílez, M. J., Martínez Peña, M. B., De la Gándara Gómez, M., Calvo Hernández J.M. & Cortés Gracia A.L. (2008): De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista universitaria de Formación del Profesorado*, 63(22, 3), 81-100.

Hernández, J. T., Figueroa, M., Carulla, C., Patiño, M. I., Tafur, M., & Duque, M. (2004) Pequeños científicos, una aproximación sistémica al aprendizaje de las ciencias en la escuela. *Revista de Estudios Sociales*, 19(2), 51-56.

Instituto de Evaluación (2010). *Evaluación General de Diagnóstico 2009. Educación Primaria. Cuarto Curso. Informe de Resultados*. Madrid: Subdirección General de Documentación y Publicaciones del MEC. Consultado online 28/05/2012 en <http://www.institutodeevaluacion.educacion.es/evaluacion/publicaciones/evaluacion-diagnostico.html>

Izquierdo, M. (1999) Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, nº extra: 79.

Jiménez, A. (1998) Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (2), 203-216.

Malkom L., Seck M. & Tiberghine A. (2007, August). *Computer of video recordings of classroom: some uses of Transana and Videograph*. Congreso ESERA, Malmö.

National Research Council (1996): *National Science Education Standards*. Washintong DC, National Academy Press.

National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Science Teachers Association (2007). *NSTA position statement. The Integral Role of Laboratory Investigations in Science Instruction*. Consulta online 28/05/2012 en <http://www.nsta.org/about/positions/laboratory.aspx>

Novak, J. (1999) *Aprendiendo a aprender*. Madrid, Ediciones Martínez Roca.

Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. King's College London. Pickett, S.

Piaget, J. (1973) *Psicología y epistemología*. Esplugues de Llobregat, Ariel.

Pujol, R.M. (2003) *Didáctica de las ciencias en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Wallberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Research.

Vázquez, A. & Manassero, M.A. (1999): Response and scoring models for the Views on Science-Technology- Society instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.

Vygotsky, L.S. (1995) *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona, Paidós.

ALIMENTACIÓN Y SALUD EN LA ADOLESCENCIA

Autora: Ana Belén Villarejo Villar

Directora: Consuelo Burgos

Depto. de Ciencias de la Salud. Universidad de Jaén, (ab_villa@hotmail.com)

Profesora de Escuelas Profesionales Sagrada Familia. SAFA. Úbeda.

RESUMEN

La alimentación es un proceso diario y esencial para el mantenimiento de la vida; los hábitos alimentarios forman parte de la cultura de cada pueblo.

En la actualidad nos encontramos en una sociedad que está cambiando sus hábitos alimentarios de forma acelerada. Los jóvenes cada día deciden más que comer, además de dónde, cómo y cuándo. Esto, unido a una oferta excesiva de alimentos hace que la alimentación en esta etapa no sea todo lo correcta que debiera ser, siendo los adolescentes especialmente vulnerables y fáciles de influir. Los malos hábitos de alimentación contribuyen a la aparición de trastornos en la alimentación que pueden derivar a diversas enfermedades, siendo la obesidad una de las más comunes en nuestra sociedad.

En la presente comunicación se muestra, en resumen, del Trabajo Fin de Máster defendido en el marco del Máster (profesionalizante) de Profesorado de ESO y Bachillerato, FP y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de Jaén. Este resumen consiste en una fundamentación teórica sobre la alimentación en la adolescencia, una investigación sobre la alimentación juvenil, y por último, una propuesta de acción de aula donde se trabaja el tema de alimentación y salud.

Palabras clave

Adolescencia, dieta mediterránea, hábitos alimentarios, educación para la salud, trastornos alimentarios.

INTRODUCCIÓN

La adolescencia es una etapa de la vida donde se produce unas alteraciones fisiológicas muy importantes, junto con unos cambios emocionales y sociales. Todos estos cambios pueden influir favorable o desfavorablemente en la conducta alimentaria de los adolescentes. La adolescencia es una edad donde se necesitan unos requerimientos nutricionales y dietéticos concretos, ya que suele ser cuando comienzan a presentarse desordenes alimentarios, a veces vinculados a modas y corrientes sociales, a excesivas exigencias internas o externas, y en ocasiones por una mezcla de ambas.

Nos encontramos ante una sociedad moderna implicada en una serie de cambios culturales y/o sociológicos que afectan inevitablemente a los hábitos alimenticios y preferencias alimentarias. Cada vez se dedica menos tiempo a la compra de materia prima y elaboración de comidas, con una alternativa evidente: alimentos procesados fáciles de preparar y rápidos de consumir que, generalmente, lo que conlleva un consumo excesivo de alimentos de origen animal y de azúcares refinados aumentándose así las grasas saturadas y el colesterol en la dieta (Ayechu y otros, 2010). En España, se

han observado cambios de estilo de vida consistentes en el abandono de la dieta mediterránea, adoptando otras menos saludables como la anglosajona, caracterizada por el consumo de alimentos con alta densidad energética y baja densidad de nutrientes (Escarda y otros, 2010).

Este virtual deterioro de los patrones alimentarios tradicionales en nuestra sociedad tiene lugar especialmente en aquellos sectores más susceptibles de ser influidos por el entorno como son los adolescentes que, por otro lado, serían los más necesitados de una alimentación saludable para un crecimiento y desarrollo óptimo (Ayechu y otros, 2010). Por tanto, la población adolescente constituiría potencialmente un grupo de riesgo nutricional, ya que este estilo de vida, así como el ambiente sociocultural que los rodea, los coloca en riesgo de sufrir diversas alteraciones orgánicas por la adquisición de inadecuados patrones de alimentación dañinos para la salud a medio y largo plazo (Márquez y otros, 2008).

Requerimientos Nutricionales

Se denominan “requerimientos nutricionales” a aquellas cantidades que cada individuo necesita de cada uno de los nutrientes, considerando la cantidad y calidad de cada uno de ellos en particular. Los requerimientos nutricionales se refieren al individuo concreto, por ello es muy difícil establecer unas recomendaciones estándar para los adolescentes, debido a las peculiaridades individuales que presenta este grupo de población.

Las raciones dietéticas recomendadas para las proteínas se basan en pruebas de estudio de equilibrio nitrogenado que determinan las necesidades, en varones jóvenes, de proteínas usando como referencia 0,61 g/kg/día y añadiendo dos desviaciones estándar. De este modo, se estima que las raciones dietéticas recomendadas (RDA) para adolescentes es de 1 g/kg desde los 11 a los 14 años para ambos sexos y de 0,9 y 0,8 g/kg día para varones y mujeres respectivamente entre los 15 y 18 años. Su valor biológico está en función de la calificación de sus aminoácidos y de su digestibilidad (Pérez, 2007).

En los últimos años, las investigaciones que se están llevando a cabo en el campo de la nutrición han mostrado la importancia de los hidratos de carbono, uno de los tres principales macronutrientes que aportan energía al cuerpo humano. Estudios realizados en la Organización Mundial de la Salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación han llegado a la conclusión que una dieta rica en hidratos de carbono tiene numerosos beneficios y por ello la dieta de una persona en el periodo de adolescencia debería contener al menos un aporte energético derivado de los carbohidratos en un 55%.

En cuanto a los requerimientos de grasas o lípidos se recomienda un límite máximo de aporte de grasas de 3 a 3,5 g/kg/día y no sobrepasar del 30 al 35% del aporte calórico total. Los ácidos grasos saturados no deben ser más del 7%, los monoinsaturados hasta un 10% como máximo y los ácidos grasos poliinsaturados no deben ser más del 13%. Así pues, la American Dietetic Association recomienda que las grasas aporten el 25-35% de la energía de la dieta de los niños y niñas de entre los 4 y 18 años (Martínez y otros, 2008).

En cuanto a los requerimientos nutricionales de las vitaminas se incrementan con el crecimiento: para los adolescentes se recomienda la ingesta de vitaminas A y C (Caballero y otros, 2007). Por último, en relación a los requerimientos de los minerales, son tres los que tienen especial importancia en esta etapa: el calcio, donde la World

Health Organization recomienda 600-700 mg/día para los jóvenes con edades comprendidas entre los 11-15 años y 500- 600 mg/día para los de 16-19 años; el hierro, donde la National Research Council (NRC) recomienda un suplemento de 2 mg/día para varones en edad adolescente durante el periodo de máximo crecimiento 10- 17 años, hasta conseguir 12 mg/día (para las chicas se recomienda un suplemento de 5 mg/día a partir de la menarquía, hasta conseguir 15 mg/día, para compensar las pérdidas durante el periodo de la menstruación); el zinc donde la RDA, se recomienda una ingesta diaria de zinc en torno a los 12 mg/día para chicas y 15mg/día para chicos (Caballero y otros, 2007).

Hábitos Alimentarios de los Adolescentes

En España, diversos estudios realizados en las últimas décadas sobre hábitos alimentarios y el estado nutricional de la población de los países mediterráneos (Pérua y otros, 1998), han permitido poner de relieve cambios significativos en la forma de alimentarse de la población. Este hecho se manifiesta a través de dos aspectos fundamentales, por un lado el aumento del tamaño de las porciones (este dato se describe en numerosos artículos vinculados a las causas del incremento de la obesidad), y por otro el aumento de oportunidades para comer fuera de casa ingiriendo comidas, donde suele haber alta presencia de grasas en forma de fritos y escasez de verduras y pescados, mientras que las frutas son sustituidas a menudo por postres lácteos. En Estados Unidos la proporción de comidas que hacen los niños fuera de sus hogares se incrementó casi en un 30% en los últimos diez años, ofreciendo un exceso de grasas y proteínas animales, bebidas dulces, mientras que es escasa la oferta de frutas y verduras. A medida que aumenta la edad se incrementa el número de comidas que realizan los jóvenes fuera de sus casas (Martínez y otros, 2008).

Otro aspecto importante es la distribución de la ingesta de alimentos a lo largo del día e importancia del desayuno, ya que esta distribución contribuye a regular a la baja la cantidad total de energía que se consume en el día. Periodos largos de ayuno dificultan la compensación energética y son más frecuentes los desequilibrios (Martínez y otros, 2008). No desayunar ocasiona cambios metabólicos que pueden tener un efecto negativo sobre el control del peso. En la sociedad que nos encontramos hoy en día se está dando mucho estos casos: los adolescentes no suelen tomar un desayuno favorable para su alimentación, ya que suelen irse al colegio sin desayunar y en aquellos casos que el desayuno se lleva a cabo suele ser bollería industrial (Pérua y otros, 1998).

Por último señalar el conocido picoteo o “snacking” cuya costumbre es cada vez más frecuente (comer entre horas) supone un aporte de energía extra, que puede desequilibrar la dieta diaria. Muchos de los alimentos para picar suelen tener un alto contenido calórico y bajo valor nutricional. Además, es frecuente que se tomen mientras se hace otra cosa, eludiendo los mecanismos de control del hambre y la saciedad (Martínez y otros, 2008).

Trastornos en la Conducta Alimentaria en la Adolescencia

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) han aumentado en países occidentales industrializados en los últimos decenios (0.5 a 1%), produciéndose la gran mayoría de ellos en mujeres de nivel socioeconómico medio o alto, con una edad promedio de inicio en el 85% de los casos de entre 13 y 20 años (Marín, 2002).

Entre las alteraciones de la alimentación destacan la anorexia nerviosa y la bulimia nerviosa, en un extremo, y la obesidad.

Obesidad, epidemia del siglo XXI

La obesidad es un problema de salud pública mundial, se ha llegado a designar “la epidemia del siglo XXI”, y su importancia durante la adolescencia está fundamentada en su compromiso biopsicosocial. La obesidad es un importante factor de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, tales como hipertensión arterial, diabetes tipo 2, diversas enfermedades cardiovasculares. La prevalencia de obesidad en la adolescencia está aumentando de manera alarmante tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Kovalskys y otros, 2005).

Existen investigaciones recientes que muestran que niños obesos mayores de 9 años tienen un 80% de riesgo de desarrollar obesidad adulta (a partir de los 35 años) Por estas razones, el manejo del sobrepeso no debe ser retardado hasta la vida adulta, ya que ello haría aún más difícil alcanzar reducciones duraderas del peso corporal y de ahí que la prevención en el tratamiento de la obesidad requiera de la identificación temprana de aquellos adolescentes que probablemente serán obesos o con sobrepeso cuando sean adultos. La prevalencia de sobrepeso y obesidad ha aumentado en todo el mundo, incluidos los países en desarrollo (Esquivel y otros, 2001).

Anorexia Nerviosa

La anorexia nerviosa (AN) es una enfermedad que debe diagnosticarse en sus inicios y tratarse siempre desde dos puntos de vista: el nutritivo y el psicológico (Lenoir y otros, 2006). Consiste en un trastorno de la conducta alimentaria que supone una pérdida de peso autoinducida. Varios autores han sugerido que la orientación del rol de género y particularmente la socialización vinculada a la identidad genérica femenina, coloca a las mujeres en riesgo de desarrollar un trastorno alimentario, principalmente durante el período de adolescencia, ya que en la edad escolar aparece la preocupación por la imagen corporal, la que se asocia con popularidad, inteligencia y éxito y se rechaza la gordura (Stice, 1994).

En España, estudios realizados sobre prevalencia de la AN son escasos, y en ellos se verifica la presencia de TCA, en un 4,75% de las mujeres adolescentes y el 0,85% de los varones adolescentes, llegando a representar la tercera enfermedad crónica más frecuente en mujeres adolescentes en nuestro medio (Moraleda y otros, 2001).

Bulimia Nerviosa

La bulimia nerviosa (BN) es la alternancia de períodos de restricciones alimentaria con períodos de ingestión voraz. Los métodos de eliminación de lo ingerido son los vómitos autoinducidos (>85%), el uso de laxantes (<15%), de diuréticos (muy raro); el ejercicio (60%); y el ayuno (30%). Generalmente consultan cuando llevan meses o años con este problema (Marín, 2002).

Prevención y Promoción de la Salud en los Adolescentes

La clave para la promoción de la salud y la prevención de enfermedades es crear un entorno que favorezca un estilo de vida saludable (Moreno, 2007). Se está poniendo en marcha una gran cantidad de estudios para promocionar un estilo de vida saludable a los adolescentes; algunos estudios promocionan el estilo de vida saludable a través del ejercicio, ya que la baja forma física puede ser un desencadenante para desarrollar un evento cardiovascular en la edad adulta e incluso dislipidemia, hipertensión u obesidad. En la actualidad este inicio patogénico se establece en la infancia o la adolescencia e incluso se han identificado factores de riesgo cardiovascular en estas edades. Algunos

de ellos pueden llegar a predecir la morbimortalidad futura, como es el caso del sobrepeso infantil (Ortega y otros, 2005). Otros estudios promocionan la salud desde el punto de vista de la importancia de la nutrición en esta etapa de la vida; debido a la gran cantidad de requerimientos nutricionales y aportes que necesitan para el desarrollo, y viendo la sociedad como en los últimos años está cambiando desde el punto de vista de la nutrición, quiere darle una importancia a ésta. Y por último, existen estudios que promocionan el estilo de vida saludable a través del ejercicio y nutrición, siendo una combinación de ambas una adecuada promoción para un estilo de vida saludable en los adolescentes.

Programas de Educación Nutricional en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria y la Sociedad donde vivimos

La alimentación es uno de los factores más directamente relacionados con el desarrollo de un país y con el bienestar de sus habitantes, sin embargo es frecuente encontrar en los países más desarrollados desequilibrios nutricionales ligados a la forma de vida actual (Failde y otros, 1997). Una correcta nutrición es deseable a cualquier edad y en concreto la población escolar despierta un especial interés en el estudio nutricional debido a diversos factores, biológicos, psicológicos y sociales (Muñoz y otros, 2002). Por otro lado se observa en general entre los padres y familiares una falta de información y por tanto, un desconocimiento de las características fisiológicas y psicológicas de esta etapa de la vida.

Numerosos estudios realizados en distintos niveles educativos muestran que desde pequeños los alumnos son conscientes de la necesidad de los alimentos para vivir y crecer (Del Carmen, L., 2002). En cambio con respecto a las pautas de alimentación de la población juvenil los estudiantes muestran importantes deficiencias en sus conocimientos, los cuales se encuentran influidos por un conocimiento socialmente compartido. Todo lo anteriormente expuesto plantea la necesidad de un cambio hacia un modelo activo de intervención, pretendiendo salir a la comunidad a trabajar con y sobre ella, utilizando los recursos comunitarios e individuales. Son numerosas las acciones y los contextos de intervención en la promoción de la salud, sin embargo la familia y la escuela son, sin duda, por sus características esenciales, los contextos donde se consigue una mayor eficacia y eficiencia de los programas de intervención (Muñoz y otros, 2002).

APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Resumen de la investigación sobre hábitos alimenticios

A continuación se presenta el estudio sobre alimentación en adolescentes que se ha llevado a cabo en el Educación Secundaria Obligatoria I.E.S Hermanos Medina Rivilla de la ciudad de Bailén. Los estudiantes cursaban 3º de ESO y habían llevado a cabo una unidad didáctica denominada “La alimentación y la salud”

Para valorar la calidad de los hábitos alimentarios se utilizó el test de adhesión a la dieta mediterránea *Kidmed*. El cuestionario fue autocumplimentado de manera anónima por 75 escolares de los grupos de 3ºESO, de los cuales el 56% eran mujeres. El promedio de edad de los escolares fue de $14,7 \pm 0,9$ años. El test de *Kidmed* consta de 16 ítems donde debe de responder de manera si/no (Disponible en: <http://www.fisterra.com>). Además se les administró un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos que consta de dos partes: la primera que hace referencia al consumo de alimentos de forma general y la segunda que se centra en el consumo de alimentos en el desayuno de los

escolares. En las siguientes dos figuras se muestran los resultados obtenidos del test Kidmed, diferenciados según los ítems se refieren a hábitos saludables (figura 1) o no saludables (figura 2).

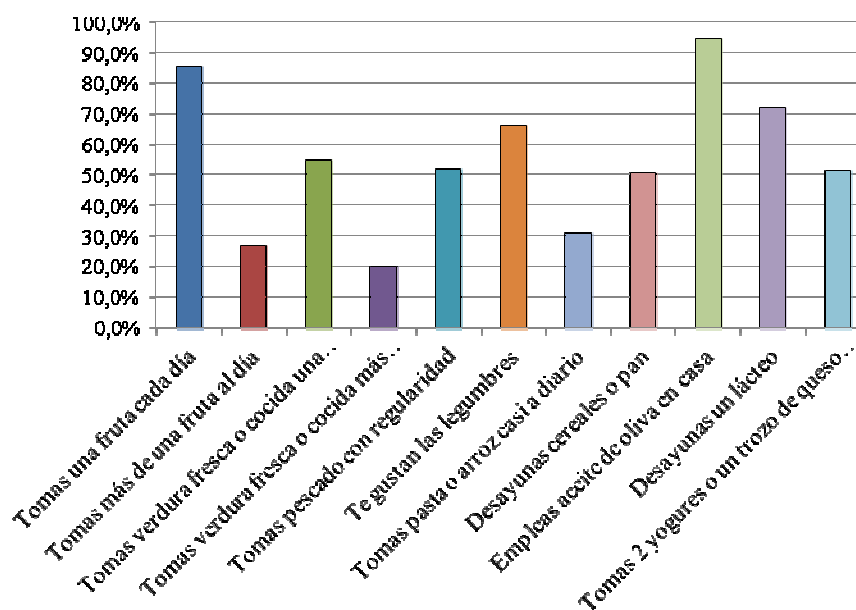


Figura 1. Test Kidmed. Ítems saludables para el adolescente

Entre los resultados obtenidos, en general no se ha observado ninguna diferencia estadísticamente significativa respecto a los distintos ítems entre ambos sexos. Solamente en un ítem (“tomas al menos una vez al día verdura fresca o cocida”) contestaron afirmativamente el 45,5% de los varones y el 61,9% de las mujeres.

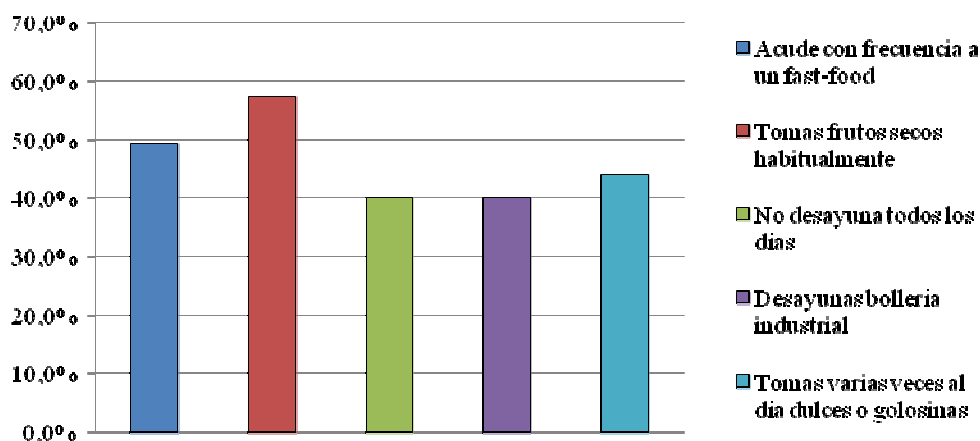


Figura 2. Test Kidmed. Ítems no saludables para el adolescente

Además, se decidió emplear un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, debido a que permite obtener información del modelo de consumo habitual de los escolares, además de tratarse de un método rápido y fácil de aplicar. Exige un menor esfuerzo por parte del entrevistado, no altera el patrón de consumo habitual y permite extraer información sobre la influencia de la variabilidad estacional o incluso

intersemanal. Este estudio consta de 17 ítems elaborados para evaluar los hábitos alimentarios en los escolares. En la figura 3 se observa la frecuencia de consumo de aquellos alimentos saludables entre los escolares.

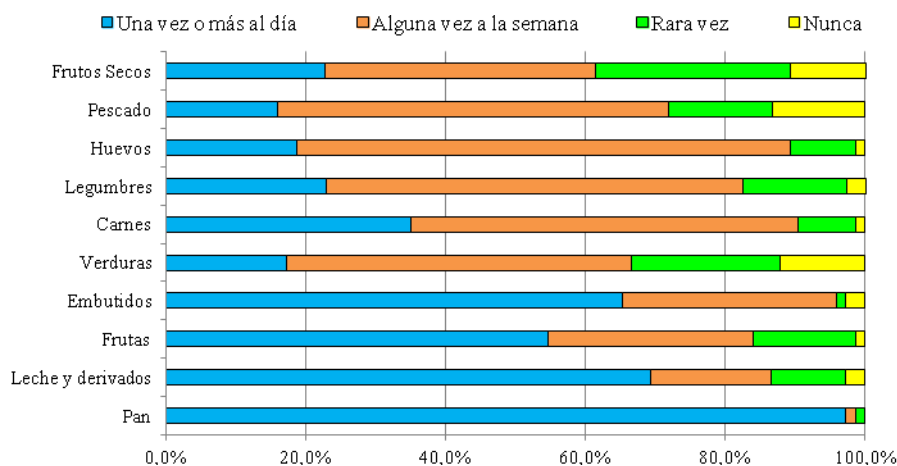


Figura 3. Frecuencia de consumo de alimentos saludables

Destaca, por orden de frecuencia de consumo, el pan en primer lugar seguido de la leche y sus derivados, los embutidos y ocupando el cuarto lugar la fruta. Resaltar el escaso consumo de verduras y de legumbres que presenta el alumnado encuestado.

En la figura 2, se representa la frecuencia de consumo de aquellos alimentos no saludables. Destacar las bebidas gaseosas con un 53,3% de consumo diario, un porcentaje similar a la ingesta de fruta, si comparamos con la gráfica anterior. Seguidamente de una ingesta diaria en un 32% de dulces y golosinas. También resaltar que más del 50% de los encuestados ingieren alguna vez a la semana fast food, dejando en un porcentaje del 17,3% el consumo diario de verduras.

Respecto a la ingesta de alcohol, teniendo en cuenta que los encuestados son menores de edad, el 37,3% de los alumnos lo ingieren alguna vez a la semana siendo esta ingesta durante las salidas de los fines de semana pero añadir que a diario también se produce esta ingesta de alcohol en escolares, con un porcentaje del 8%.

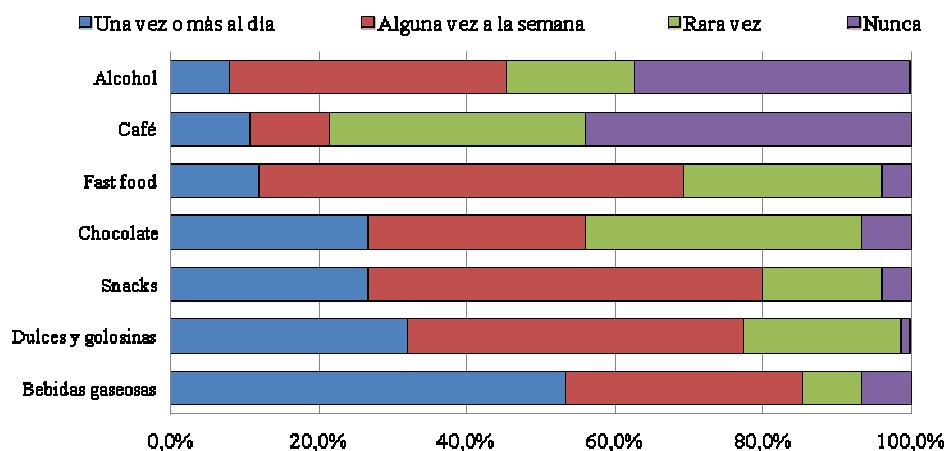


Figura 4. Frecuencia de consumo de alimentos no saludables

Debido a la importancia del desayuno, los alumnos también contestaron unas preguntas sobre su desayuno a diario. Subrayar los resultados respecto a una comida tan importante en esta etapa de la adolescencia, observándose que el 40% de los alumnos acude a clase sin desayunar, siendo esta tendencia más frecuente en las mujeres que en los varones, 47,6% y 30,3% respectivamente. De los alumnos encuestados, el 60% desayunan todos los días antes de ir al colegio, pero especificar que el desayuno que realizan estos alumnos es insuficiente ya que solamente ingieren un vaso de leche, siendo este el alimento más habitualmente consumido (68%). Además el alumnado añade que desayunan durante el descanso en el colegio (transcurridas tres horas de clase continuas), siendo en este caso la ingesta de un bocadillo (60%) o un zumo de frutas (51%). Destacar también la ingesta de café, aunque es en un porcentaje pequeño del 9,3% a diario, debemos de tener en cuenta que son alumnos entre 13 y 14 años (figura 5).

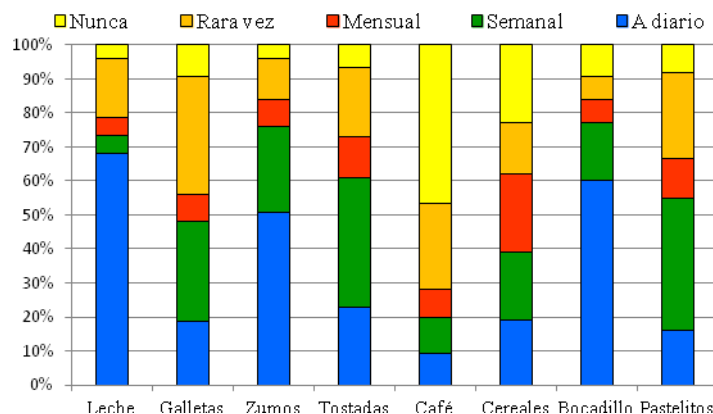


Figura 5. Frecuencia de consumo de alimentos durante el desayuno

En otros estudios realizados con estudiantes de E.S.O se observa que un porcentaje considerable de los niños españoles no desayunan nada y si lo hacen es de manera insuficientemente, datos que concuerdan con los hallados en el presente estudio.

Propuesta de unidad didáctica

La Unidad Didáctica del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) para la materia de Biología y Geología, está relacionada con el currículo oficial establecido en el Real Decreto 1631/2006 por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la ESO, el Decreto 231/2007 por el que se establece la ordenación y las enseñanzas de la ESO en Andalucía y la Orden 10/8/ 2007 por al que se desarrolla el currículo correspondiente a la ESO en Andalucía.

La presente Unidad Didáctica está incluida en el bloque 1: *Contenidos Comunes*, bloque 5: *las personas y la salud*, del Real Decreto 1631/2006 y núcleo temático nº 6 de la Orden 10/08/2007 y se justifica por la importancia de sus contenidos, ya que el conocimiento sobre la alimentación y nutrición permitirá desarrollar en los alumnos/as actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal, y les ayudará a valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con el consumo y sus consecuencias.

Adaptación de la Unidad Didáctica al Proyecto Educativo de Centro y al Curso.

La Unidad Didáctica se sitúa en el siguiente contexto educativo: un Instituto de Educación Secundaria (I.E.S. Hermanos Medina Rivilla) enclavado en la antigua carretera Madrid-Cádiz, ubicado en un municipio de una ciudad andaluza de Jaén (Bailén) de aproximadamente 18.583 habitantes. He contextualizado el Proyecto Educativo en dos aspectos fundamentales:

- **Organizativo.** En el centro se imparten enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria en sus 2 ciclos. En el primer nivel tenemos 5 unidades, lo mismo que en el segundo nivel. Además este curso ha comenzado a funcionar un aula específica de educación especial. Tanto en el primer como en el segundo nivel disponemos de dos líneas bilingües inglés-español, dentro del programa de bilingüismo al que al centro esta adherido. Las infraestructuras básicas del centro posibilitan el correcto funcionamiento del mismo.
- **Curricular.** En el centro se están desarrollando 2 planes: *Plan de Convivencia*. Regulado por el Decreto 19/2007 y la Orden 18/7/2007 y el *Plan de Lectura y Biblioteca*. Siguiendo el Acuerdo de 23/1/2007 de Gobierno de la Junta de Andalucía. Y 3 proyectos: 1) *Proyecto “Escuela Espacio de Paz”*. 2) *Proyecto de Atención a la Diversidad de Género” (coeducación)*. 3) *Proyecto para la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (Centros TICs)*

Estos tres proyectos están regulados por la Orden 21/7/2006.

En cuanto a la adaptación de la unidad didáctica al aula, se compone de un grupo con 20 alumnos, cuyo nivel socio-económico es muy heterogéneo. El alumnado es diverso en cuanto a motivación, capacidades, intereses, etc.... Entre la diversidad de alumnos destacamos dos alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo.

Adaptación de los Objetivos al curso y a las características del alumnado.

Objetivos generales de etapa: Real Decreto 1631/2006

- f) 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.
- h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana, textos y mensajes complejos.
- k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. 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.

Objetivos generales de etapa: Decreto 231/2007

- a) Adquirir habilidades que les permitan integrarse en los grupos sociales con los que se relacionan, participando con actitudes solidarias, tolerantes y libres de prejuicios.
- b) Interpretar y producir con propiedad y autonomía mensajes que utilicen códigos científicos.

d) Comprender los principios básicos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural. Valorar las repercusiones que sobre él tienen las actividades humanas, contribuyendo a la defensa, conservación y mejora del mismo como elemento determinante de la calidad de vida.

Los objetivos de la unidad didáctica son coherentes y concretan los más generales del currículo oficial a través de los objetivos generales de la etapa (O.G.E.) y de la materia (O.G.M.). Igualmente, contribuyen a la adquisición de las competencias básicas (C.B.).

OBJETIVOS DIDÁCTICOS	O.G.E		O.G.M	C.B.
	Real Decreto 1631/2006	Decreto 231/2007	Real Decreto 1631/2006	Real Decreto 1631/2006
Comprender el vocabulario específico del tema.	b,f	d	a,3	1,4,8
Leer, comprender, estudiar y expresar de forma oral y escrita los contenidos.	b,e,h,g	b	a,3,4	1,4,7,8
Conocer las necesidades nutricionales y diferenciar los principios inmediatos y funciones dentro del organismo.	f,h	b	1,2,3,4,5,6	1,3,4
Saber elaborar una dieta equilibrada, conocer la rueda y la pirámide de los alimentos y los problemas que causan los desórdenes alimentarios.	f,h,k	a,b	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,7
Valorar la dieta mediterránea y conocer dietas especiales para adquirir hábitos de alimentación saludable.	f,h,k	a,b	1,2,3,4,5,6	1,3,4,5,7
Conocer la existencia de alimentos modificados y transformados por el hombre y valorar sus ventajas e inconvenientes.	f,h	b,d	1,2,3,4,5, 6,8	1,3,4,5,7

Tabla 1. Objetivos Didácticos de esta Unidad "Alimentación y Salud"

Contenidos de la Unidad Didáctica.

La selección de los contenidos es acorde con la propuesta de objetivos expuestos anteriormente. Los contenidos de esta unidad didáctica se enmarcan en el currículo oficial y son apropiados para el curso que se propone (Tabla 2).

<ul style="list-style-type: none"> - Alimentación y nutrición. - Principios inmediatos: definición y función en el organismo. - Necesidades nutricionales. - Necesidades energéticas. - Dietas: Dietas equilibradas y dietas especiales. - Alimentación incorrecta y consecuencias para la salud. - Los hábitos alimentarios. - Alimentos modificados y transformados por el hombre: ventajas e inconvenientes 	<ul style="list-style-type: none"> - Confección de dietas equilibradas. - Investigación sobre los alimentos transgénicos. - Estudio de la composición de algunos alimentos e investigación de algunos aditivos presentes en ellos. - Elaboración de yogur. - Estudio de algunas enfermedades relacionadas con la nutrición. - Interpretar gráficas, tablas y esquemas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tolerancia y respeto por las diferencias de aspecto físico derivadas de problemas de nutrición: obesidad, delgadez. - Valoración de las consecuencias que tienen sobre la salud los hábitos alimenticios incorrectos. - Actitud crítica frente al afán publicitario de comprar a toda costa.
--	--	--

Tabla 2. Contenidos de la Unidad Didáctica

Así, los contenidos de la unidad didáctica están relacionados con:

- El Bloque 1 “*Contenidos comunes*” y el Boque 5 “*Las personas y la salud*” del Real Decreto 1631/2006 por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la ESO.
- El Núcleo temático 6 “*Los determinantes de la salud*” de la Orden 10/8/2007 por la que se desarrollan el currículo de la ESO en Andalucía.

Teniendo en cuenta los artículos 39 y 40 de la LEA (17/2007) y el artículo 4 del Decreto 231/2007, en esta unidad didáctica trabajaremos fundamentalmente los siguientes contenidos de los valores transversales: educación en valores democráticos, educación de respeto al medio ambiente, educación para la salud y el deporte, cultura andaluza, introducción de nuevas tecnologías y educación del consumidor

Teniendo en cuenta la normativa sobre planes y proyectos expuesta anteriormente, en esta unidad didáctica se trabajarán contenidos relacionados con los proyectos *Plan integral de convivencia* (proyectos de paz y coeducación), *Proyecto TIC* (búsqueda y consulta de información e internet en las web) y *Plan de lectura*.

Principios Metodológicos.

En la unidad didáctica también tenemos que recoger el cómo enseñar, es decir, la metodología que vamos a emplear en el aula para que los alumnos consigan alcanzar los objetivos propuestos.

Para ello, debemos contemplar los principios metodológicos que guiarán nuestra práctica docente y que se fundamentan en: partir del nivel de desarrollo del alumnado, asegurar la construcción de aprendizajes significativos, posibilitar que el alumnado realice aprendizajes significativos por si solos, modificar los esquemas de conocimiento que el alumnado posee, propiciar una intensa actividad-interactividad por parte del alumnado y el enfoque globalizador.

Temporalización.

La temporalización de esta unidad didáctica se encuentra ajustada a dos horas semanales según se encuentra establecido en el Real Decreto 1631/2006 en el anexo III de horario. Esta unidad didáctica se encuentra situada en el mes de octubre concretamente entre los días 3 y 26 de este curso, llevándose a cabo en un total de 7 sesiones. Las sesiones serán entre de 50 minutos.

La distribución que he diseñado para el desarrollo de mi unidad didáctica será (Tabla 3):

Realización de las actividades previas, pretendemos con estas actividades crearles a los alumnos ciertas inquietudes y motivaciones, además de detectar los preconceptos para fijar el punto de partida.
Torbellino de ideas, para conocer las ideas previas del alumno.
Realización de los grupos de trabajo y repartición de los temas que se llevaran a cabo. (20 alumnos: 4 grupos de 5 personas): <i>Hábitos alimentarios, Desnutrición, Nutrición Incorrecta, Alimentos transgénicos</i> . Explicación de su elaboración, será un trabajo para realizar fuera del horario de clase.
Explicación de los conceptos básicos para la realización de las actividades de aplicación, desde la actividad 1 hasta la 8.
Corrección de las actividades anteriores.
Explicación de los conceptos básicos para la realización de las actividades de aplicación, desde la actividad 9 hasta la 14.
Corrección de las actividades anteriores.
Repaso del tema con la realización conjunta con el alumnado del mapa conceptual de la unidad.

Realización de las últimas actividades de las actividades de la unidad, desde la actividad 15 hasta la 17.
Corrección de los ejercicios del día anterior.
Los alumnos/as darán la clase: Exposición de trabajo: Grupo 1 “Hábitos alimentarios” 15 min y posterior preguntas de sus compañeros/as y del profesor/a
Los alumnos/as darán la clase: Exposición de trabajo: Grupo 2 “Desnutrición” 15 min y posterior preguntas de sus compañeros/as y del profesor/a
Los alumnos/as darán la clase: Exposición de trabajo: Grupo 3 “Nutrición Incorrecta” 15 min y posterior preguntas de sus compañeros/as y del profesor/a
Los alumnos/as darán la clase: Exposición de trabajo: Grupo 4 “Alimentos transgénicos” 15 min y posterior preguntas de sus compañeros/as y del profesor/a
Preguntas al profesor por si existe alguna duda sobre la materia para la realización del examen. 20 min
Examen. Prueba escrita 45 min (Anexo VII)

Tabla 3. Sesiones de clase de esta Unidad donde cada color indica una sesión.

Tipos de Actividades de Enseñanza y Aprendizaje. Contribución a la adquisición de las Competencias Básicas.

Con ellas se contribuye al logro de los objetivos, al desarrollo de los contenidos propuestos y a la adquisición de las competencias básicas (Tabla 4).

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE. CONTRIBUCIÓN A LA ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS BÁSICAS.	C.B.
ACTIVIDADES INTRODUCTORAS O MOTIVADORAS	
Lectura de un artículo del Ministerio de educación, gobierno de España. Titulado: “La obesidad en el mundo”	1,3,5
ACTIVIDADES DIAGNÓSTICAS	
Torbellino de ideas sobre: ¿qué es la dieta mediterránea?, ¿qué enfermedades conocen que estén relacionadas con la alimentación?, ¿cómo pueden mejorar las enfermedades con la alimentación?...	1,3,8
ACTIVIDADES DE DESARROLLO	
Elaboración de un diccionario en el que se incluye el vocabulario y terminología específica de este tema: <i>alimentación, nutrición, dietética, nutrientes, calorías...</i>	1
Búsqueda de información sobre cuáles son las funciones de los principios inmediatos.	1,3
¿Cuáles son los requisitos de debe de reunir una dieta equilibrada?	1,3
¿Qué relación guarda la cantidad de agua de un tejido con su actividad?	1,3,7
¿En qué situación utiliza el organismo las proteínas como moléculas energéticas?	1,3,7
Otra forma de expresar la importancia de las vitaminas en la alimentación.	1,3,7
El pan blanco contiene 51% de glúcidos, un 3% de grasas, un 9% de proteínas, un 36% de agua y un 1% de sales minerales. ¿Qué cantidad de energía total proporciona 100g de este pan?	1,2,3,7
Confeccionar dietas que cumplan con las características de una dieta mediterránea	1,3,4,7
Búsqueda de información sobre las enfermedades que se encuentran relacionadas con la mala nutrición	1,3,7
¿Qué ventajas y qué inconvenientes tiene para el medio ambiente el cultivo de una planta transgénica a la que se han incorporado genes que la hacen resistente a un herbicida?	1,3,7
Clasificar los alimentos e interpretar la rueda de los alimentos y la pirámide de los alimentos	1,2,3,6,7
Realización del mapa conceptual de la unidad	1,3,7
ACTIVIDADES DEL PLAN INTEGRAL DE CONVIVENCIA: PROYECTOS “ESCUELA ESPACIO DE PAZ” Y “COEDUCACIÓN”	
Recogida de alimentos entre los miembros del instituto y la entregaremos a una ONG.	1,5,8
ACTIVIDADES DEL PLAN DE FOMENTO DE LA LECTURA	

Búsqueda en prensa de artículos relacionados con dietas.	1,7,8
ACTIVIDADES DEL PROYECTO TIC	
Manejo de un programa para la elaboración de dietas	2,3,4
ACTIVIDADES DE REFUERZO	
Elaboración de un dibujo o mural de la pirámide de los alimentos	6
Buscar recetas de cocina en internet en las que incorpore la dieta mediterránea.	3,4
Actividades del tema para reforzar los conocimientos.	1,2,3,4,7
ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN	
Realización de un trabajo de investigación sobre las enfermedades relacionadas con la alimentación y/o “dietas milagro”	1,2,3,4,5,6,7,8
Trabajo de investigación sobre las pastillas y cremas de adelgazamiento que salen en los medios de comunicación.	1,2,3,4,5,6,7,8
Tarea IBL: Enfermedad y malnutrición	1,2,3,4,5,6,7,8
ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN	
Tienen como objeto la valoración del proceso de aprendizaje del alumno a través de preguntas orales o escritas, tareas, etc. sobre los contenidos y actividades trabajadas.	1,2,3,4,5,6,7,8

Tabla 4. Actividades de clase de esta Unidad “Alimentación y Salud”

La actividad complementaria que vamos a realizar que se encuentra relacionada con esta unidad didáctica es el día 16 de octubre: Día Mundial de la Alimentación, *se proyectara un vídeo y se debatirá sobre los problemas de alimentación que hay en el mundo y las ayudas que reciben estos países. Además se realizará una campaña de recogida de alimento para donarla a una ONG.*

Evaluación

De acuerdo al Decreto 231/2007, la evaluación debe atender tanto a los procesos de aprendizaje de los alumnos como al proceso de enseñanza. Atendiendo a la Orden 10/8/2007 por la que se establece la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de la ESO, la evaluación debe ser continua, diferenciada según las materias del currículo y se adecuará a las características del alumnado y del contexto sociocultural del centro. De acuerdo a los criterios de evaluación del Decreto 231/2007 de currículo de 3º de ESO y teniendo en cuenta los objetivos y competencias básicas expuestos anteriormente para la unidad, en síntesis, los criterios de evaluación deben de ser coherentes con los objetivos, competencias básicas y actividades propuestas, de manera que los criterios de evaluación que propongo son los siguientes (Tabla 5):

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	C.B.
Lee, comprende y expresa el vocabulario y los contenidos del tema.	1,4,7,8
Comprende el significado de nutrición, nutriente y alimento.	1,3,7
Conoce los principios inmediatos y sus funciones.	1,3,7
Conoce las necesidades nutricionales y las condiciones que debe reunir una dieta equilibrada.	1,2,3,7
Elabora dietas equilibradas, algunas dietas especiales y valora la calidad de la dieta mediterránea.	1,2,4,7
Describe las consecuencias de una alimentación incorrecta y las ventajas e inconvenientes de los diferentes hábitos alimentarios.	1,3,5,7
Describe algún método de conservación y explica en qué consiste los alimentos transgénicos.	1,3

Tabla 5. Criterios de Evaluación de esta Unidad “Alimentación y Salud”

Teniendo en cuenta los criterios y procedimientos de evaluación, para esta unidad didáctica establecemos los criterios de calificación y sus correspondientes ponderaciones en relación con las competencias básicas. Éstos podrían ser (Tabla 6):

SISTEMAS DE CALIFICACIÓN	
Pruebas orales y/o escritas	50%
Seguimiento de la realización de las tareas y ejercicios en clase o casa	30%
Participación en las actividades grupales	10%
Actitudes y hábitos de trabajo	10%
Evaluando los diferentes aspectos propuestos por el Departamento Didáctico y aplicando estos porcentajes obtendríamos la calificación de la materia que, según la Orden 10/8/2007 se expresará en la escala. <i>CALIFICACIÓN</i>	
INSUFICIENTE	1-4
SUFICIENTE	5
BIEN	6
NOTABLE	7-8
SOBRESALIENTE	9-10

Tabla 6. Criterios de Calificación de esta Unidad “Alimentación y Salud”

Otros puntos que hemos tratado a lo largo de esta unidad didáctica son:

- Organización del espacio, el tiempo y los agrupamientos.
- Materiales y Recursos didácticos: incorporación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación.
- Relación y participación de los padres
- La acción Tutorial
- Atención a los alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo, tanto con necesidades educativas especiales, como con altas capacidades, como la incorporación tardía en el sistema español educativo

Y también se incluyen un apartado de anexos donde se encuentran las actividades diseñadas.

CONCLUSIONES

- La necesidad que tiene la población en general, y más en concreto los adolescentes, de una educación nutricional.
- Los adolescentes deben aprender la dieta mediterránea, como prototipo de alimentación saludable, su frecuencia de consumo debe seguir las pautas indicadas en la pirámide nutricional.
- Las normas dietéticas aplicables a estos adolescentes consiste en incrementar el consumo diario de frutas, verduras y legumbres al menos 2 o 3 veces por semana.
- Limitar el consumo de bollería industrial y dulces insistiendo en la importancia de un desayuno diario consistente y adecuado con el fin de favorecer el correcto desarrollo físico y psíquico de los adolescentes, así como el cubrir los requerimientos nutricionales propios de esta etapa de la vida.
- El desayuno es la ingesta alimentaria más importantes del día, le ayuda a mantener una actividad física y, especialmente, intelectual a lo largo de toda la mañana.

Hacerles comprender la necesidad de un buen desayuno diario que conste de un producto lácteo, de un cereal y una pieza de fruta.

BIBLIOGRAFIA

- Ayechu, A., y Durá, T. (2010). Quality of dietary habits (adherence to a Mediterranean diet) in pupils of compulsory secondary education. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 33
- Del Carmen, L. (2002). Los procesos de nutrición humana. *Revista Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 32. Último acceso el 18 de abril de 2012, desde <http://www.grao.com/revistas/alambique/032-alfabetizacion-cientifica/libros-los-procesos-de-nutricion-humana>
- Caballero, O., y Caballero, J. (2007). Necesidades nutricionales en la adolescencia. *Revista de Enfermería Integral*, 78: 5-10
- Escarda, E., González, E., González E., Román, D., Muñoz, M.F., Rodríguez, C., Almaraz, A. y Zurro, J. (2010). Estudio de las características antropométricas y nutricionales de los adolescentes del núcleo urbano de Valladolid. *Revista Nutrición Hospitalari*, 25, 814-822
- Esquivel, M., Y Rubén, M. (2001). Identificación Precoz y Manejo Inicial de adolescentes con sobrepeso. *Revista Cubana de Pediatría*, 73, 165-72
- Failde, I., Zafra, JA.; Ruiz, E. y Novalbos, JP. (1997). Valoración de la alimentación de los escolares de una población de la sierra de Cádiz. *Medicina Clínica*, 108, 254-258
- Kovalskys, I., Bay, L., Rausch, H. y Berner, E. (2005). Prevalencia de obesidad en una población de 10 a 19 años en la consulta pediátrica. *Revista Chilena de Pediatría*, 76, 324-325
- Lenoir, M. y Silber, TJ. (2006) Anorexia nerviosa en niños y adolescentes (Parte 1) Criterios diagnósticos, historia, epidemiología, etiología, fisiopatología, morbilidad y mortalidad. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 104, 253-260
- Marín, V. (2002). Eating disorders of school children and adolescents. *Revista Chilena de Nutrición*, 29
- Márquez, A., Ávila M., Pérez G.O., Félix, L. y Herrera, H. (2008). Estado Nutricional y su rendimiento escolar en adolescentes de 12-16 años de Sonora, México. *Revista de Salud Pública y Nutrición RESPYN*, 9. Último acceso el 18 de abril 2011, desde <http://www.respyn.uanl.mx/ix/2/articulos/obesidad.htm>
- Martínez, A. (2008). Supervisión de la alimentación en la población infantil y juvenil. *Revista de Pediatría Atención Primaria*, 10, 99-133
- Moraleda, S., González, N., Casado, J.M., Carmona, J., Gómez, R., Aguilera, M. y Orueta, R. (2001). Trastornos del comportamiento alimentario en una población de estudiantes de enseñanza media. *Atención primaria: Publicación oficial de la Sociedad Española de Familia y Comunitaria*, 7, 463-467
- Moreno, L.A., González, M., Marcos, A., Jiménez, D., Sánchez, M.J., Mesana, M.I., Gómez, S., Vicente, G., Díaz, L.E. y Castillo, M.J. (2007). Promoting Healthy European Lifestyle by Exercise and Nutrition in adolescents: The HELENA Study. Selección. *Public Health Nutrition*, 11, 288-299

Muñoz, M.J., Muñoz, A.M., Pérez, I.M., Fernández, C. y Granero, J. (2002). Alimentación en escolares: Necesidad de programas de educación para la salud. *Revista de la Escuela de Enfermería. Albacete*, 15. Último acceso el 18 de abril de 2012, desde <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/166/browse?type=title>.

Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Moreno, L.A., González, M., Wamberg, J. y Gutiérrez, A. (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura. *Revista Española de Cardiología*, 58, 898-909

Pérez, C. (2007). Alimentación y Educación Nutricional en la Adolescencia. *Trastornos de la Conducta Alimentaria*, 6, 600-634

Pérula, L., Herrera, E., De Miguel, M.D. y Lora, N. (1998). Hábitos Alimentarios de los escolares de una zona básica de Córdoba. *Revista Española de Salud Pública*, 2, 147-150

Stice, E. (1994). Review of the evidence for a sociocultural model of bulimia nervosa and an exploration of the mechanisms of action. *Clinical Psychology Review*, 14, 633-61

Sitio Web: <http://www.fisterra.com> (acceso el día 5 de marzo de 2012, 11:48h)

Evaluación de la implementación de la tecnología EXAO en centros de secundaria andaluces: Antecedentes y diseño de cuestionarios y entrevistas

Autora: Pino Álvarez, Ana

Directora: María Rut Jiménez-Liso

*Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.
Universidad de Almería, (anapinobj@gmail.com)*

RESUMEN

La escasez de trabajos prácticos en la educación secundaria podría mitigarse con la implantación de la tecnología EXAO¹ (experimentación asistida por ordenador). Esta es la propuesta lanzada desde Exploralab² del Parque de las Ciencias con la realización de una experiencia piloto de formación del profesorado (programa *Experimenta*) en la utilización y manejo de esta tecnología, como una estrategia de mejora de la calidad educativa y de actualización científica del profesorado y que aspira a promover una ciencia para todos los ciudadanos, tanto como, el fomento de nuevas vocaciones científicas y técnicas.

En esta investigación nos centramos en conocer la percepción del profesorado interesado en utilizar esta tecnología sobre las posibilidades y obstáculos de implementar EXAO en el aula de ciencias de la educación secundaria. Los resultados ponen de manifiesto que la inmediatez y realidad de la obtención de datos con EXAO pueden favorecer a que se amplíen los trabajos prácticos a grupos en los que no los desarrollan por diferentes motivos. Sin embargo, pasa desapercibido para el profesorado que la inmediatez y el realismo en la obtención de datos permite que sus alumnos dediquen más tiempo a la formulación de preguntas y al uso de modelos científicos para explicar y predecir fenómenos. La percepción del docente y lo que pasa inadvertido pueden ser dos factores importantes para que la innovación didáctica implementada sea permanente o fugaz.

¹ EXAO consiste en una tecnología compuesta por una pequeña computadora a la que se le incorporan sensores que permiten la captación de datos físico-químicos y biológicos en tiempo real, estos datos pueden verse registrados en una pequeña pantalla, para posteriormente proceder a realizar cálculo, gráficas, etc. Existen distintas nomenclaturas con las que se conoce esta tecnología además de EXAO: MBL (Microcomputer Based Laboratory), CBL (Computer Based Laboratory) o el nombre de los proveedores de los equipos (PASCO, Vernier, Fourier, CMA, Multilab, etc), en el presente trabajo hemos elegido la denominación de EXAO porque es la más representativa dentro de nuestra lengua.

² ExploraLAB, laboratorio de cultura científica con sede en el Parque de las Ciencias, pone en marcha *Experimenta*, un programa de innovación en tecnología educativa aplicada a la enseñanza de las ciencias.

JUSTIFICACIÓN

La investigación en didáctica de las ciencias de los últimos años ha destacado la necesidad de incluir actividades de investigación en el aula como herramienta para promover un aprendizaje no superficial y una construcción personal y relevante del conocimiento científico. Las dificultades del profesorado para introducir actividades de laboratorio han sido ampliamente descritas (Tamir, 1991 y Pérez, 2001) como causa de la ausencia casi total de estas actividades en los centros educativos de secundaria.

La tecnología EXAO³ está demostrando ser un recurso didáctico que ofrece al profesorado de ciencias numerosas posibilidades, tanto para la realización de trabajos prácticos como para abordar problemas existentes en el entorno vivencial del alumnado, permitiendo así potenciar una perspectiva de investigación en el aula. Esta potencialidad de EXAO ha sido reconocida por algunas administraciones públicas que se han animado a dotar los centros de secundaria con esta tecnología, como es el caso de Cataluña que, según Pintó y Sáez (2006), no ha conllevado una utilización elevada por parte del profesorado a pesar, incluso, del plan de formación ofertado.

Con el objetivo de partir del interés del profesorado y de su demanda, Exploralab⁴ ha puesto en marcha una experiencia piloto de formación (programa Experimenta), sobre la utilización y manejo de EXAO para que poco a poco los profesores y profesoras puedan desarrollar un trabajo autónomo en sus aulas de ciencias. Además, para fomentar la participación, se planteó el préstamo compartido de los equipos entre los centros del profesorado participante y Exploralab, de manera que así quedara asegurado el compromiso de estos docentes en la realización de una experiencia concreta en sus centros, y compartir el material diseñado o utilizado con el resto de asistentes.

Aprovechando este proceso de formación con el profesorado, en el presente trabajo hemos querido conocer la visión de los profesores y las profesoras que participan en este programa y que han utilizado, al menos una vez, EXAO en sus clases de ciencias para ver en qué medida el uso de esta tecnología cambia su percepción sobre la realización de trabajos prácticos, y analizar la influencia de estas visiones en la implementación de esta tecnología en el aula.

OBJETIVOS

El aprovechamiento didáctico de EXAO requiere, entre otros muchos factores, de la investigación de su entorno educativo, determinar cuáles son las condiciones para su mayor aprovechamiento y sus efectos sobre el aprendizaje científico; así como de la elaboración, selección y evaluación de materiales didácticos apropiados (Osborne y Hennessy, 2003; Russell y otros, 2003), con la colaboración del profesorado, ya que éste condiciona el trabajo de los alumnos y alumnas en el aula. Esta investigación es necesaria para evitar que, como ocurre a menudo al aplicar cualquier tecnología a la educación científica, los resultados conseguidos no respondan a las expectativas generadas, sea por limitaciones de la propia tecnología o bien porque no se conozca suficientemente como para poder sacarle el máximo provecho. En este sentido, es claro

³ EXAO: Experimentación Asistida por Ordenador, es una tecnología compuesta de una pequeña computadora o un ordenador a los que se les incorporan sensores y permite la adquisición de parámetros físico-químicos y biológicos en tiempo real.

⁴ ExploraLAB, laboratorio de cultura científica con sede en el Parque de las Ciencias, pone en marcha el proyecto Experimenta de innovación en tecnología educativa aplicada a la enseñanza de las ciencias.

el ejemplo de Cataluña, donde la considerable inversión para implantar técnicas EXAO no parece haber dado los resultados esperados (Pintó, 2009).

De aquí la necesidad de buscar la evaluación de la incidencia de esta tecnología en el desarrollo de las competencias científico-matemáticas de los alumnos de secundaria, así como del plan de formación del programa Experimenta para el desarrollo profesional de los profesores y profesoras participantes.

Por tanto, el objetivo principal de este proyecto es evaluar:

- ✓ curso de formación diseñado en el programa Experimenta del Parque de las Ciencias y ofertado por el CEP de Granada,
- ✓ de las expectativas que declara el profesorado que accede al curso de formación sobre el uso de la tecnología EXAO y de las dificultades que prevén,
- ✓ de las posibilidades del uso de EXAO para el desarrollo de la competencia científica en alumnos y alumnas de ESO y Bachillerato.

Para desarrollar estos objetivos en el marco concreto de este trabajo fin de máster, nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Favorece el curso de formación sobre la EXAO el aumento de la frecuencia de los trabajos prácticos en diferentes momentos del currículum?
- ¿Qué finalidades exponen los profesores de secundaria para incorporar los trabajos prácticos en general y la tecnología EXAO, en particular, en sus clases de ciencias? ¿Cuáles son las finalidades más frecuentes? ¿Cuáles creen que se favorecen con el uso de la EXAO?
- ¿A qué dificultades aluden para implementar los trabajos prácticos? ¿Cuáles creen que se mitigan con el uso de la EXAO?
- ¿Cuál es la secuencia de actividades que los profesores consideran imprescindibles para los guiones de prácticas con y sin EXAO?

FUNDAMENTACIÓN

Las investigaciones sobre las creencias del profesorado y su relación con la práctica docente han sido una línea de investigación ampliamente desarrollada en Didáctica de las Ciencias Experimentales a nivel internacional (Da Silva y otros, 2006 o Lunsford y otros, 2007).

El reto de identificar las creencias docentes ha sido un punto de partida común para la formación de profesorado pues, los formadores, las hemos aprovechado para que a los docentes en formación (inicial o permanente) les ayude a reestructurar sus enfoques acerca de su práctica profesional buscando “salvar la distancia” entre la teoría y la práctica docentes (Loughran, 2007 y Luft, 2007).

Las creencias, los conocimientos y las competencias del profesorado van a condicionar, entre otros muchos factores, que la dotación de material para los centros de primaria y secundaria financiadas por las administraciones públicas, se convierta en una efectiva innovación didáctica (Couso, 2009). Además, esta efectividad va a depender de la dirección seguida para promocionarla, pues se convertirá en un motor de desarrollo profesional si su implementación surge del propio profesorado (abajo-arriba) o desde las administraciones educativas o los grupos de investigación (de arriba abajo) como señalan Couso y Pintó (2009).

El reto que nos planteamos, será salvar el obstáculo puesto de manifiesto por numerosos autores (Cano y Cañal, 2006 o Nieda, 2006) e informes sobre el estado de la enseñanza de las ciencias (Rocard y otros, 2007 o Enciende, 2011), de que el tiempo dedicado a los trabajos prácticos es prácticamente inexistente en la Educación Primaria y se está reduciendo drásticamente en la Educación Secundaria. Payá (1991); Banet (2007) y López (2009), entre otros, destacan que, entre las posibles causas de esta disminución se encuentran las dificultades que tiene el profesorado para preparar las sesiones de trabajo práctico, la elevada ratio alumno-profesor, las limitaciones impuestas por los horarios de los centros o la escasa dotación de los laboratorios, entre otras.

No está en discusión que los trabajos prácticos resultan un complemento imprescindible en Ciencias (Abrahams y Saglam, 2010) e indispensables para que el alumnado se familiarice con la metodología científica (Caamaño y otros, 1994). Es reconocido por todos que el trabajo práctico es una parte esencial para el aprendizaje de las ciencias (Roberts, 2002) contribuyendo al desarrollo de la competencia científica (Sharma y Anderson, 2009). Existe un amplio consenso en los beneficios de la realización de trabajos prácticos en las clases de ciencias (Lunneta, 1998; Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003; Holstermann y otros, 2010; Reigosa, 2010; Ebenezer y otros, 2011). Sin embargo, esos beneficios no parecen superar los obstáculos que percibe el profesorado dada su escasa presencia en las clases de ciencias.

La EXAO puede ayudar a minimizar algunos de los obstáculos señalados para la escasa realización de trabajos prácticos en las clases de ciencias, reduciendo el tiempo necesario para la obtención y tratamiento de los datos, permitiendo disponer de gran cantidad de información de manera inmediata y simultanear el tratamiento y análisis de la información actual junto con la más relevante obtenida con anterioridad. Esto puede permitir a los alumnos el diseño de experimentos, la captura de datos a tiempo real, la autocomprobación y la representación de ideas tanto verbal como pictóricamente (Weller, 1996; Jonassen, 1999 citado por Sierra, 2000), o incluso el transporte del material para el desarrollo de prácticas de campo.

Las posibles ventajas de esta tecnología en la mejora del aprendizaje del alumnado frente a los equipos clásicos de laboratorio han sido ampliamente indagados por numerosos autores (Newton, 2000; Boujaoude y Jurdak, 2010; Tortosa y Oro, 2011). Sin embargo, aunque se prevé que EXAO pueda generar un cambio ante el planteamiento que hagan los docentes del trabajo práctico (Collins y Halverson, 2010), esta incidencia sobre los planteamientos de los docentes está poco estudiada.

Demkanin y otros (2008) y Pintó (2007 y 2009) analizan las posibles causas de la escasa utilización de EXAO por parte del profesorado de centros cuyos laboratorios ya han sido dotados de ella y de nuevo aparecen como obstáculos los reseñados para los trabajos prácticos en general: el elevado número de alumnos, el tamaño de los laboratorios o la escasa preparación del profesorado en el uso de esta tecnología.

En este sentido, Lope y otros (2009) apuntan que una de las posibles causas de esta situación puede ser la falta de reflexión sobre cómo deberían ser diseñadas las actividades con EXAO para favorecer la adquisición de competencias científicas, así como cuál debería ser la gestión del aula para conseguir un aprendizaje más eficaz. Para salvar este obstáculo Singer y Maher (2007) aprovechan la formación inicial del profesorado durante su período de prácticas para que los tutores (docentes en ejercicio) mejoren en la planificación y representación de un currículum específico centrado en el alumnado y en las TICs, estimulando así la integración de las TICs en las futuras clases del tutor.

El amplio consenso existente sobre los beneficios de la realización de trabajos prácticos en las clases de ciencias, lleva a pensar que, el desarrollo de la competencia científica no podría realizarse sin el planteamiento de unos trabajos prácticos creativos (Hodson, 1993 y Abrahams, 2009), evitando el trabajo improductivo de seguir las indicaciones de meras recetas (Grau, 1994; Walsh y otros, 2010).

Este trabajo, es parte de otro más amplio con el que pretendemos evaluar la implementación de un recurso (tecnología EXAO) de abajo arriba, es decir, a partir de una experiencia de formación colectiva de un grupo de profesores y profesoras de secundaria en ejercicio. En esta investigación queremos analizar cuáles de estas posibles causas son percibidas por el profesorado de un grupo de formación sobre el uso de EXAO en sus clases, como principales obstáculos para el desarrollo de trabajos prácticos y cuáles creen que pueden ser minimizadas con el uso de esta tecnología.

METODOLOGÍA

Por la tipología de los objetivos planteados, la metodología que utilizaremos conllevará un Modelo Cualitativo, en el que emplearemos los siguientes instrumentos metodológicos:

Revisión bibliográfica

De revistas de educación científica sobre el trabajo práctico y el uso de la EXAO en las aulas de ciencias.

Diseño

Adaptación de cuestionarios ya validados por otros autores (Payá, 1991; Gil y Valdés, 1996; Lope y otros, 2009; López, 2009), además de tener en cuenta las investigaciones sobre esta temática (Weller, 1996; Lunnetta, 1998; Del Carmen, 2000; Newton, 2000; Caamaño, 2003; Russell y otros, 2003; Banet, 2007; López, 2009; Holstermann y otros, 2010 y Boujaoude y Jurdak, 2010) sobre las expectativas/dificultades que consideran los docentes acerca de los trabajos prácticos en general y de la incorporación de la tecnología EXAO en sus clases de ciencias, en particular.

- Entrevistas a los responsables del Experimenta del Parque de las Ciencias acerca del diseño del curso de formación, objetivos y expectativas alcanzadas o no (pendiente de diseño).
- Entrevistas a los profesores que participaron en el curso de formación de la experiencia piloto del curso 2009-2010 y que ya han implementado en sus clases la tecnología EXAO.
- Cuestionarios a los profesores que participaron en el curso de formación del curso 2010-2011 y que al menos han utilizado EXAO una vez en sus clases.
- Cuestionarios de satisfacción y sobre los trabajos prácticos (con y sin EXAO) a los profesores que participaron en el curso de formación (curso 2010-2011).

Contraste de las entrevistas

Aplicado al profesorado participante en el curso 2009-2010 y que ya está implementando la EXAO a través de la grabación en vídeo de las sesiones de aplicación de la tecnología EXAO en sus clases (febrero y marzo 2011).

Evaluación conjunta

Se ha realizado a todos los participantes en el curso de formación 2010-2011 durante la última sesión del curso y grabación en vídeo para su posterior análisis.

Diseño de una red sistémica

La red sistémica de análisis se ha elaborado utilizando categorías extraídas de la revisión bibliográfica con el que triangular los resultados de las entrevistas, cuestionarios y grabaciones de vídeos. Los datos tomados serán analizados con programas de tratamiento de datos cualitativos.

Análisis de contenido y de la metodología

El contenido y la metodología que subyace, se ha realizado a partir de los materiales producidos por los profesores y profesoras y por el alumnado durante la implementación de la tecnología EXAO en los cursos 2010-2011.

Para esta investigación hemos contado con la colaboración voluntaria del profesorado participante en distintos cursos de formación desarrollados en el programa Experimenta (tabla 1).

Cursos de Formación del Programa Experimenta		Centros-Profesorado	Muestra	Instrumentos
2008-2009	Ciencia sobre Ruedas	7 centros de secundaria de la provincia de Granada 1 de Almería	2 profesores (E1 y E2) (dos años con EXAO)	Entrevistas semiestructuradas Grabaciones de aula (1º Bach. FyQ. 33 estudiantes) (N=2)
2009-2010	Pilotaje de la implementación de EXAO	3 centros de Granada 1 de Almería		
2010-2011	Curso de formación permanente (Centro de profesores)	8 centros de Granada	18 profesores (primer año de uso de EXAO)	Cuestionario final (C1-C7; N=7) Grabación sesión final de evaluación (N=14; SF1-SF14)
			Total: 20	

Tabla 1. Muestra del profesorado que ha participado en los cursos de formación del programa Experimenta e instrumentos de toma de datos.

La formación del profesorado participante es diversa: licenciados en Química, Geológicas, Biología, Bioquímica y Física, con una experiencia docente media de 15 años (8 años de desviación estándar) y que imparte docencia en una amplia variedad de materias y niveles, dependiendo de los cursos que tienen asignados (tabla 2).

Formación	Materia (niveles) que imparten (n° profesores)	Nivel donde realizan prácticas sin EXAO	Nivel donde realizan prácticas con EXAO	Temática	Frecuencia de realización
Físico (3) Químico (3) Biología (1) Geología (1) Bioquímica (1)	Física-Química ESO (9). Cc. Naturales ESO (4). Biología-Geología ESO (2). Física (Bach) (3). Química (Bach) (2). Cc. De La Tierra Y M.A. (2º Bach) (1). Tecnología ESO (3). Tecnología Industrial (Bach) (3). Amb. Cient. Tec. (PCPI)(1). Motores (Ciclo Format) (1). Tecnología Mat. Const. (Ciclo Sup) (1)	1º ESO (1) 2º ESO (1) 3º ESO (2) 4º ESO (6) 1º BACH (3) 2º BACH (0) 2º PCPI (0) CIC. SUP. (0)	1º ESO (1) 2º ESO (1) 3º ESO (3) 4º ESO (6) 1º BACH (3) 2º BACH (0) 2º PCPI (1) CIC. SUP. (1)	Estudio del MRU y MRUA Estudio relación F. m y a Determinación de la aceleración de la gravedad con el péndulo Errores experimentales Óptica Relación m, V y d Cambios de estado Experiencias de pH Reacciones químicas endotérmicas y exotérmicas Valoración ácido-base Construcción de maquetas de madera Instalación eléctrica en maquetas Montaje de un motor Mapas topográficos Visualización de rocas Clasificación de plantas y protozoos Ecosistemas: redes y cadenas tróficas	Nunca (1) Casi nunca (1) 1-3 veces trimestre (3) 1-3 veces mes (2) Con mayor frecuencia (2)

Tabla 2. Temáticas y nivel educativo de los trabajos prácticos

RESULTADOS

Para la exposición de los resultados utilizaremos los dominios establecidos para la elaboración de las dimensiones de la entrevista y los cuestionarios.

Frecuencia y temáticas-nivel educativo en la que los profesores y profesoras realizan trabajos prácticos.

La frecuencia de realización de trabajos prácticos en el laboratorio con el alumnado es de 1 ó 2 veces al mes e incluso llegando a realizar en alguna ocasión prácticas semanales para el profesorado entrevistados, y de una media de 1-3 veces al trimestre para los profesores encuestados. El único incremento de las prácticas por la utilización de EXAO se produce en 3º ESO, en 2º PCPI⁵ y en el ciclo superior, pues las dificultades se ven paliadas por la utilización de EXAO ya que permite realizar trabajos prácticos con alumnado con los que en otras condiciones no se atreverían.

Profesor SF⁶1: Yo estoy en un centro “especial”, centro de compensatoria, y dentro del centro de compensatoria doy clases a 1º ESO y 2º de PCPI. O sea, que dentro de lo que cabe, cualquiera diría “a éstos no los llevo ni loco a un laboratorio”, que es a los de 1º ESO y a los otros... “casi una guerra”. Y yo les propuse hacer un análisis de aguas, que cada uno..., yo les di unos tacos de estos de orina que compré y se los di, intenté que, pues, la muestra fuese lo más grande posible, dentro de aguas potables, aguas de río, incluso alguno se picó un poquillo más, “¡yo voy este fin de semana a Motril!”, “¡voy a Málaga!”... La participación fue muy alta, de 22 alumnos que tengo en 2º de PCPI, y trajimos 16 muestras de agua distintas de un lado y de otro. Ni fue tan duro trabajar con 2º de PCPI y con 1º de la ESO creo que quedó bastante claro que se puede trabajar perfectamente dentro de un laboratorio y con ese tipo de sensores, llegando a entender y sacar unos datos razonables.

⁵ Programas de Cualificación Profesional Inicial.

⁶ Profesor SF hace referencia al profesorado participante en la última sesión del curso de formación 2010-2011. Profesor E hace referencia al profesorado entrevistados que realizaron el curso de formación 2009-2010. Profesor C hace referencia al profesorado que ha rellenado el cuestionario.

En la tabla 2 podemos apreciar la diversidad de contenidos elegidos para realizar trabajos prácticos (con o sin EXAO) que, generalmente, guardan relación directa con la formación inicial de los docentes. Y los niveles educativos en los que preferiblemente realizan estos trabajos los profesores/as entrevistados son bachillerato y 4º de ESO, y todos los cursos y niveles posibles para el profesorado encuestado, dependiendo de los cursos que tienen asignados. En concreto uno de los profesores entrevistados señala que está bastante condicionado al nivel educativo en el que se encuentra el alumnado ya que, según este profesor, evita realizar prácticas con estudiantes de ESO por su inmadurez, la peligrosidad en el laboratorio (material de vidrio, estanterías,...), y por no contar con un profesor/a de apoyo, etc., tal y como se señala en la siguiente transcripción.

Profesor E1: porque si tú tienes 33 como yo he tenido de 2º de ESO, alumnos y para controlar a todos esos alumnos, para ponerles el material a todos esos alumnos, más que esos alumnos estén efectivamente... un trabajo práctico en vez de estar tirándole al otro el objeto o rompiendo algo, pues es muy complicado.

Profesor E1: ahora vamos, con 4º de la ESO de temperatura, y... que no está dentro del guión [...]. Lo vamos a hacer para que ya vayan conociendo el instrumental en 4º.

Estas transcripciones ponen de manifiesto la reserva de las prácticas a los niveles superiores para evitar los riesgos y el “descontrol” y la tranquilidad que les produce la utilización de EXAO con la que se “atreven” a utilizarla en niveles educativos inferiores y con grupos con los que con otro instrumental nunca se hubieran atrevido.

Finalidades y ventajas de los trabajos prácticos.

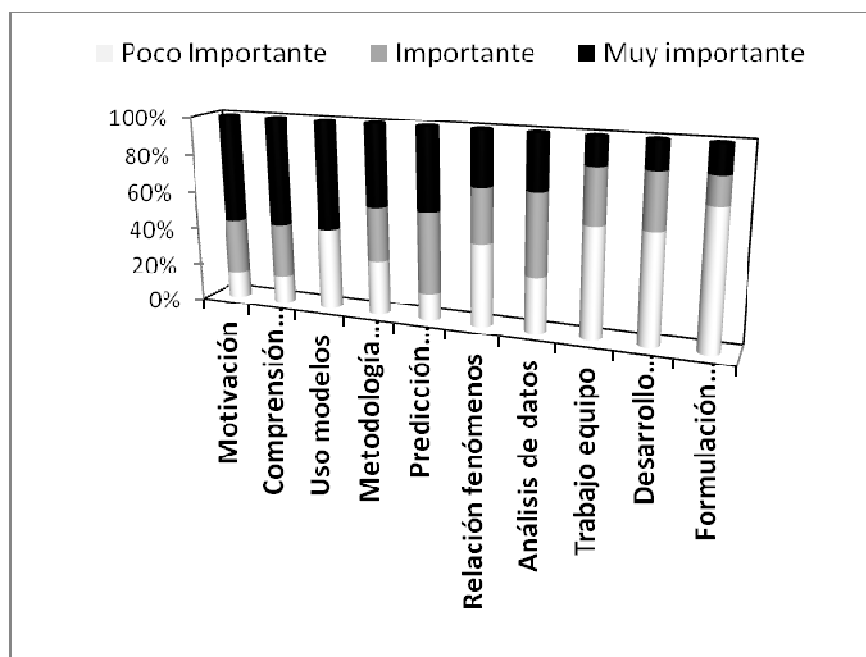


Gráfico 1. Finalidades declaradas por el profesorado encuestado según su importancia⁷

La realización de trabajos prácticos tiene una gran importancia tanto para el profesorado entrevistado como para los que responden el cuestionario, ya que, de manera espontánea

⁷ En esta gráfica no se introducen los datos de los dos profesores entrevistados ya que estos responden de manera espontánea y no podemos determinar el grado de importancia. Sin embargo, en los cuestionarios las respuestas están organizadas por orden de importancia.

en las entrevistas y explícitamente en los cuestionarios, consideran que es una actividad complementaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que provoca una gran motivación al alumnado y favorece la comprensión de contenidos.

La incorporación de EXAO en sus actividades prácticas ha supuesto un aumento en la atención del alumnado, teniendo una gran cantidad de datos muy fiables, de manera inmediata, ilustrados directamente en una tabla y permitiendo realizar el correspondiente análisis, el ajuste matemático, etc., lo que deja un mayor tiempo a los alumnos para la discusión de resultados.

Profesor SF3: yo el LabQuest⁸ lo veo con una potencia muy, muy grande [...]. Lo que me parece maravilloso de este aparato de todo es la cantidad de datos que te toma y más con la precisión.

La EXAO proporciona la posibilidad de un acercamiento vivencial de fenómenos reales, provocando en los alumnos un mayor interés por los conocimientos que se están estudiando, desarrollando las competencias básicas, aunque los alumnos siguen teniendo grandes dificultades para comunicar resultados. Durante la grabación en vídeo de la sesión de laboratorio pudimos observar cómo los alumnos planteaban sus propias hipótesis, incluso, utilizaban el modelo cinético-molecular.

Profesor SF3: desde luego que trabajar las competencias básicas seguro que se trabajan, porque desde el momento que tú estás viendo la gráfica y tienes que ajustar la gráfica, eso es importantísimo porque esa es la base de la ciencia, yo voy a relacionar las magnitudes que estoy midiendo o que estoy viendo.

Alumno 1: si el volumen de un gas se reduce, hay un mayor número de moléculas, chocan más entonces la temperatura aumenta.

La tecnología EXAO atenúa en cierta medida el gran inconveniente señalado por el profesorado, como es el número de alumnos (que veremos en el siguiente apartado), en cuanto a la posibilidad de utilizar ordenadores (disponibles ya para los alumnos que se encuentran en 1º ESO) previa instalación de un programa informático⁹ y sensores para realizar actividades prácticas fuera del laboratorio, como experiencias de cátedra con diversas finalidades, sobre todo con alumnos de ESO o en aquellos centro donde existan problemas de disponibilidad de laboratorio.

Profesor E2: con los sensores conectados a los ordenadores y la pantalla permite que todo el grupo, que cuando haces una actividad magistral para toda la clase, pues las medidas y las observaciones las puedan ver, visualizar todo el grupo simultáneamente, de una manera mejor que sino tuvieras este material, visualizan en la pantalla la toma de datos directamente y la gráfica que se obtiene. En ese caso se mejora un poco cuando, la salvedad del número de alumnos.

⁸LabQuest es un tipo de computadora de una marca determinada, Vernier, a la que se le conectan los sensores para la captación de datos a tiempo real. En ella se refleja la captura de datos realizada y se realiza el posterior análisis.

⁹El programa informático junto con los sensores de captura de datos, permite realizar la toma de datos en tiempo real, la visualización de las gráficas correspondientes, su posterior ajuste, análisis, etc. Este programa es facilitado por la empresa que proporciona los sensores, lo que permite realizar experiencias con los alumnos de la ESO a partir de 1º, ya que todos disponen de ordenador. No pueden instalarlo ya que los ordenadores vienen con limitaciones en este sentido, pero desde el centro objeto de este estudio han manifestado su deseo para el próximo curso a la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía para que proporcione los ordenadores con el programa debidamente instalado, o les permita de alguna manera instalarlo desde el centro.

Algunos profesores consideran que el tiempo de preparación de la práctica se ve aminorado con el uso de EXAO, además de permitir un mayor aprovechamiento de sus sesiones prácticas al minimizar el tiempo para la toma de datos. También se destaca que la dotación del laboratorio se verá favorecida con el uso de esta tecnología, ya que no hace falta tanta cantidad de material para realizar una práctica.

Inconvenientes

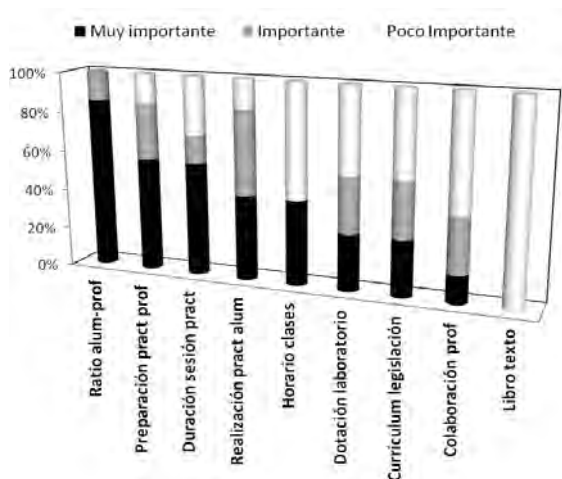


Gráfico 2. Principales inconvenientes de los trabajos prácticos sin EXAO

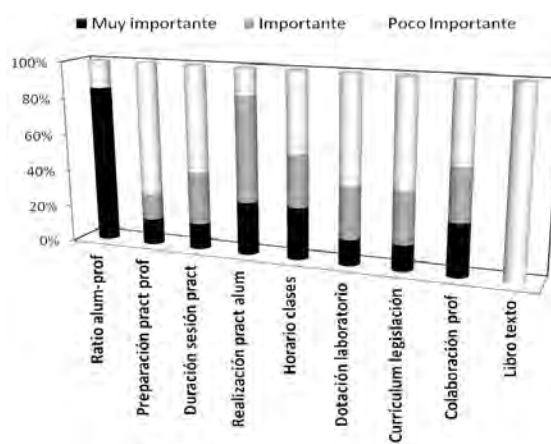


Gráfico 3. Principales inconvenientes de los trabajos prácticos con EXAO

El número de alumnos, es el principal obstáculo que, de manera espontánea, señala el profesorado entrevistado para la realización de las prácticas de laboratorio: los grupos son demasiado numerosos siendo necesaria la colaboración de un profesor/a que no se tiene, ya que no existe un horario específico de prácticas.

Las sesiones transcurren en una hora, que al final se quedan en 50 minutos, lo que se traduce en escasez de tiempo.

En la sesión final de evaluación conjunta del curso de formación, también se puso de manifiesto la dificultad existente en algunos centros para realizar trabajos prácticos en el laboratorio, por estar adaptados a un número muy reducido de alumnos o incluso la carencia de un laboratorio específico de ciencias en algunos centros de secundaria.

Profesor cf3: en mi centro, por ejemplo en el mío que está, lo de plástica allí, es que no tienes un sitio para preparar las cosas, que yo veo inconveniente en los centros muchas veces.

El principal inconveniente que presenta la tecnología EXAO para su utilización en el laboratorio de ciencias según el profesorado, es que carecen del material necesario, resultando insuficiente¹⁰ (para los profesores entrevistados) y su adquisición en cuanto al coste (para la totalidad de profesorado). Salvedad que está intentando resolver Exploralab mediante el préstamo compartido de material entre los centros participantes en los cursos de formación.

¹⁰ El centro I.E.S. Nicolás Salmerón consta de un laboratorio bastante amplio, suficientemente dotado, aunque la mayoría de los materiales son bastante antiguos. En cuanto a la dotación de tecnología EXAO, disponen de 2 LabQuest, 1 sensor de CO₂, 4 sensores de conductividad, 4 sensores de fuerza, 8 sensores de temperatura, 1 sensor de pH y 4 sensores de presión.

El grupo de alumnos de uno de los profesores entrevistados, objeto de nuestro análisis, está compuesto por 33 alumnos de 1º de Bachillerato de Física y Química. Al disponer el centro de cuatro sensores, se ven limitados a que sólo puedan trabajar con esta tecnología 4 grupos, aunque los alumnos se distribuyen en 5, por lo que uno de los grupos no puede trabajar simultáneamente con los demás, sino que tiene que esperar a que alguno finalice. Los grupos son muy numerosos con una media de 6 alumnos.

Tal y como nos comentaron (off the record) los profesores entrevistados, su centro va poco a poco consiguiendo más material a través no sólo del centro, sino también han conseguido involucrar a la asociación de padres en su proyecto de utilización EXAO, afirmando que con una mayor dotación de este recurso realizarían un mayor número de trabajos prácticos.

Los trabajos prácticos suelen realizarse como complemento para la corroboración de una hipótesis, para introducir un tema teórico o planteamiento, o como apoyo a conceptos teóricos de difícil comprensión, señala el profesorado entrevistado. Los profesores entrevistados consideran que el diseño de los guiones de prácticas con o sin EXAO sigue el mismo procedimiento, mientras que en el curso de formación se ha puntualizado en la necesidad de cambiar el enfoque de los guiones de prácticas planteándolos de una forma abierta y flexible, como destaca uno de los responsables del curso de formación en la sesión final.

Nos llama la atención los resultados en relación a la planificación de las actividades, ya que hay disonancias entre lo que declaran los profesores entrevistados y lo observado en el aula: por ejemplo, ninguno de los profesores entrevistados comenta explícitamente que sus alumnos utilicen modelos para explicar, tengan en consideración posibles perspectivas o realicen análisis de los datos. Esto nos indica que estos profesores tienen tan asumido la importancia de estas dimensiones del trabajo práctico que ni siquiera las destacan (ni espontáneamente ni de manera inducida). El caso contrario es el de aquellas dimensiones que declaran pero no se manifiesta en el análisis de las grabaciones de aula, como, por ejemplo, los riesgos ya comentados en apartados anteriores que, sin embargo, parecen infundados por el clima de seguridad que se pone de manifiesto en las sesiones de aula grabadas y en cuanto a la directividad de los trabajos prácticos, aunque los profesores entrevistados explicitan (y de manera espontánea algunos profesores lo comentan en la sesión final de evaluación del curso de formación) que conceden importancia a la elaboración de diseños y a la planificación o a la emisión de hipótesis por parte del alumnado, sin embargo, en las grabaciones de aula estas dos dimensiones no se observan.

Que el diseño de las actividades prácticas es realizado prácticamente en su totalidad por el profesorado, dejando poco margen para el diseño a sus alumnos, se pone también de manifiesto en el comentario de un profesor en la sesión final de evaluación:

Profesor cf4: una de las cosas que a mí se me habían ocurrido para que los niños interactuasen más activamente con él, hacer ese tipo de, realizar una experiencia de cátedra de manera que vieran cómo va el experimento, porque yo me he encontrado en las experiencias que he hecho que hay cosas que no terminan ellos de manejar, de tener la habilidad suficiente para hacerlas.

Como una de las grandes posibilidades que aporta la tecnología EXAO es que permite realizar prácticas sobre algún fenómeno cercano a los alumnos a tiempo real, algunos profesores aprovechan este potencial para plantear de una forma real y vivencial, lo que es realizar un trabajo científico de investigación. Por ejemplo:

Profesor cf5: En mi centro no hay laboratorio, yo lo que he hecho es finalmente plantearlo como una actividad voluntaria y aplicarla a proyectos reales que ya teníamos en el centro...

Hemos detectado que tenemos unos problemas grandes de ruido porque tenemos un taller de forja, de piedra, y esos talleres trabajan al mismo tiempo que los demás damos la clase. Entonces nos hemos ido a hacer medidas reales por las clases del ruido que tenemos, como los alumnos lo han visto que es una cosa positiva que les facilitaba a ellos del confort de la clase, han trabajado fuera del horario de clase de una forma voluntaria, y ha ido bastante bien.

En cuanto a los resultados del cuestionario de satisfacción, señalan el alto (puntuación máxima de 4) interés por el curso, por las posibilidades que le ven a la tecnología, por el uso del material y por su préstamo, así como destacan como excelentes las sesiones prácticas en las que los alumnos iban al Parque a aprender el manejo de la EXAO. Sin embargo, es llamativo que las puntuaciones un poco más bajas (ninguna con máxima puntuación y casi todas con valoración de 3/4) se produzca en la valoración de los aprendizajes de los alumnos tras usar la EXAO quizás debido a los inconvenientes detectados para la comunicación de los resultados y la emisión de informes por los alumnos, como destacaron en la sesión final de evaluación conjunta del curso.

Profesor cf4: en la última parte donde yo creo que más flojean los alumnos, no ya en la lectura del guión, sino en la elaboración de resultados, son incapaces.

El único ítem que baja de 3 hace referencia a la necesidad de tener más tiempo el material o la demanda de aprendizaje sobre la transferencia de lo aprendido al diseño de actividades propias. Esto pone de manifiesto que el curso de formación es, para los participantes, insuficiente para aprender a manejar el instrumental y adquirir las destrezas suficientes para sacar un máximo aprovechamiento a EXAO, solicitando un curso de formación más amplio, con una mayor profundización para maximizar el potencial de esta tecnología.

Profesor cf4: el LabQuest te da muchas posibilidades, si el curso tuviese más hora le podríamos sacar más jugo al aparato.

En cuanto al curso de formación, alegan que ha supuesto una visión totalmente diferente y positiva para realizar trabajos prácticos con el alumnado. En el cuestionario realizado al profesorado, algunos manifiestan:

Profesor c1: el momento más provechoso fue la utilización del LabQuest y de los sensores para preparar las prácticas, porque te das cuenta de la cantidad de preguntas que pueden surgir en el aula, y que después surgen.

Profesor c2: quiero utilizar la toma de datos para que los alumnos sean capaces de sacar sus propias conclusiones al presentarte un proyecto científico-tecnológico y comprueben que la tecnología y la ciencia van de la mano.

Los profesores han dispuesto de la tecnología EXAO durante una semana establecida por la dirección y los responsables del curso de formación en sus respectivos centros educativos. Lo que ha supuesto que, en ocasiones, el material no haya sido aprovechado al máximo por el profesorado por no estar organizado teniendo en cuenta la planificación anual de cada centro y planteando la posibilidad de disponer de la tecnología durante más tiempo.

Profesor cf7: dejarlos un poco más, por ejemplo dos semanas [...], lo digo porque yo tenía un curso de Método de la Ciencia, y tenía una hora semanal con ello, entonces tenía que ser hacer en esa hora lo que se pudiera. [...] porque a lo mejor el resto de la semana estaba allí pero no lo estábamos usando. Lo tienes que usar cuando tienes clase con ellos, no puedes disponer de los alumnos como tú quieres.

Se ha puesto de manifiesto el distanciamiento excesivo entre algunas de las sesiones del curso de formación, lo que provocaba un olvido en cuanto a los temas ya trabajados.

Profesor cf9: a mí el curso personalmente me ha parecido bien todo, en algún momento por buscar aspecto, en algún momento yo creo que se distanciaron las sesiones, y yo por ejemplo cuando volvía al cabo de veinte días otra vez era volver a repasar de qué iba el aparato.

CONCLUSIONES

En este apartado mostraremos el avance de conclusiones que surge del análisis anterior pero que, debido a los estudios preliminares de los que se tratan, dejamos pendiente de buscar más evidencias que las corroboren.

Al evaluar el curso de formación del programa Experimenta del Parque de las Ciencias, podemos responder las preguntas de investigación planteadas inicialmente concluyendo que:

¿Favorece el curso de formación sobre EXAO el aumento de la frecuencia de los trabajos prácticos en diferentes momentos del currículum?

El profesorado reconoce un cambio en la percepción que tenían con respecto a las posibilidades de aplicación en trabajos prácticos de EXAO. Aunque no reconocen que provoque un aumento de la frecuencia de los trabajos prácticos en diferentes momentos del currículum de bachillerato, sí indican que conduce a un acercamiento procedimental en alumnos de ESO, aunque sólo sea mediante la ilustración de experiencias magistrales. Por tanto, valoran positivamente el curso de formación en el fomento de la implementación de EXAO en sus experiencias de laboratorio.

¿Qué finalidades exponen los profesores de secundaria para incorporar los trabajos prácticos en general y EXAO, en particular, en sus clases de ciencias? ¿Cuáles son las finalidades más frecuentes? ¿Cuáles creen que se favorecen con el uso de EXAO?

Las finalidades que exponen los profesores de secundaria para incorporar EXAO no se diferencian de los que ya consideran para los trabajos prácticos en general pues, alegan, sólo supone un recurso más. Estas finalidades se centran en completar los conocimientos del alumnado, para que no se queden en meros contenidos y facilitar así la comprensión de conceptos teóricos y fomentando el desarrollo de la indagación científica. Además, los trabajos prácticos aumentan en gran medida la motivación de los alumnos/as, y más aún lo hace, el incorporar una nueva tecnología con la que se sienten identificados, ya que hablamos de una generación familiarizada con el uso de TICs. La utilización de EXAO permite una disminución del tiempo dedicado a la realización de la práctica, ya que la obtención de datos es inmediata, así como su posterior análisis, lo que favorece el tiempo dedicado a discutir los resultados obtenidos, emitir hipótesis, explicar modelos, etc. Por tanto, consideramos que los alumnos pueden tener una mayor posibilidad de “hacer y hablar ciencia” si la metodología y el clima de aula lo permiten. Esta hipótesis será una de las principales líneas a considerar en el futuro proyecto de tesis.

¿A qué dificultades aluden para implementar los trabajos prácticos? ¿Cuáles creen que se mitigan con el uso de EXAO?

Las dificultades a las que alude el profesorado son el ratio alumno-profesor demasiado elevado en sus aulas, lo que dificulta prestar al alumnado la atención que precisa sin contar con la colaboración de un profesor de apoyo, además de tener grupos demasiado elevados, lo que provoca la no participación activa de todos ellos. Como se ha destacado en los resultados de este TFM, este inconveniente y la carencia de laboratorio en algunos centros se pueden ver mitigados con la posibilidad que ofrece esta tecnología para realizar experiencias de cátedra o incluso la utilización de aulas no específicas de laboratorio para el desarrollo de actividades prácticas muy concretas.

La dotación del laboratorio también se ha puesto de manifiesto, con material obsoleto o inexistencia de material específico. La tecnología EXAO también en cierta medida subsana esta dificultad, ya que con esta tecnología no se requiere gran aparataje de instrumentos y mecanismos, aunque supone un coste a veces inalcanzable para los propios centros de secundaria, que podría subsanarse con el establecimiento de una entidad prestamista de esta tecnología.

¿Cuál es la secuencia de actividades que los profesores consideran imprescindibles para los guiones de prácticas con y sin EXAO?

La implementación de la tecnología EXAO no conlleva necesariamente una modificación de la práctica docente, como era de esperar y en los resultados se pone de manifiesto que el profesorado no varía su secuencia de actividades. Cómo lograr que la implementación de EXAO conlleve un cambio de pensamiento didáctico-epistemológico a través del curso se formación será otra de las líneas de investigación futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

Abrahams, I. y Saglam, M. (2010). A study of teachers' views on practical work in secondary schools in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(6), 753-768.

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.

Boujaoude, S. B. y Jurdak, M. E. (2010). Integrating physics and math through Microcomputer-Based Laboratories (MBL): effects on discourse type, quality, and mathematization. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 1019-1047.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M. P. Jiménez (Coord.) y otros, *Enseñar Ciencias* (pp. 95 -118). Barcelona: Editorial Graó.

Caamaño, A., Carrascosa, J. y Oñorbe, A. (1994). Los trabajos prácticos en las Ciencias Experimentales. *Alambique*, 2, 4-5.

Cano, M. y Cañal, P. (2006). Las actividades prácticas, en la práctica: ¿Qué opina el profesorado? *Alambique*, 47, 9-22.

Collins, A. y Halverson, R. (2010). Rethinking education in the age of technology: the digital revolution and schooling in America. *Science Education*, 94 (6), 1125-1127.

Couso, D. (2009). *Science Teachers' professional development in contexts of educational innovation*. Tesis doctoral no publicada. Universitat Autònoma de Barcelona.

Couso, D. y Pintó, R. (2009). Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias en contextos de innovación didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 27 (1), 5-18.

Da Silva, C., Mellado, V., Ruiz, C. y Porlán, R. (2006). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91 (3), 461-491.

- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 267-287). Alcoy: Ed. Marfil.
- Demkanin, P., Kibble, B., Lavonen, J., Guitart, J. y Turlo, J. (2008). *Effective use of ICT in Science Education. Sócrates (226382-CP-1-2005-SK-Comenius-C21)*. Último acceso el 20 de Mayo de 2011, desde http://www.fizyka.umk.pl/~pdf/EU_ISE/files/new/EUISEBookHR.pdf
- Ebenezer, J., Kaya, O. N. y Ebenezer, D. L. (2011). Engaging students in environmental research projects: perceptions of fluency with innovative technologies and levels of scientific inquiry abilities. *Journal of research in science teaching*, 48 (1), 94–116.
- Gil, D. y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.
- Grau, R. (1994). ¿Qué es lo que hace difícil una investigación? *Alambique*, 2, 27-35.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: towards more critical approaches to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Holstermann, N., Grube, D. y Bögeholz, D. (2010). Hands-on activities and their influence on students' interest. *Research in Science Education*, 40 (5), 743–757.
- Informe Enciende (2011). *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Confederación de Sociedades Científicas de España.
- Lope, S., Domènec, M. y Guitart, J. (2009). *¿Hacia la adquisición de competencias con actividades MBL? VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias (ISSN 0212-4521)*. Enseñanza de las ciencias.
- López, M. (2009). *Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo "CIPP"*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Loughran, J. J. (2007). Science teacher as learner. En Abell, S. K y Lederman, N. G. (eds), *Handbook of research on science education* (pp. 1043-1065). Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Luft, J. (2007). Minding the gap: needed research on beginning/newly qualified science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (4), 532–537.
- Lunneta, V. (1998). The school science laboratory: historical perspectives and contexts for contemporary teaching. En Fraser, B. J. y Tobin, K. G. *International handbook of science education*, (pp. 249-262). Great Britain: Kluwer Academic Publishers.
- Lunsford, E., Melear, C. T., Roth, W. M., Perkins, M. y Hickok, L.G. (2007). Proliferation of inscriptions and transformations among preservice science teachers engaged in authentic science. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 538-564.
- Nieda, J. (2006). Los trabajos prácticos diez años más tarde. *Alambique*, 48, 25-31.
- Newton, L. R. (2000). Data-logging in practical science: research and reality. *International Journal of Science Education*, 22 (12), 1247-1259.
- Osborne, J., y Hennessy, S. (2003). *Literature review in science education and the role of ICT: promise, problems and future directions*. A Report for Nesta Futurelab, 6. Bristol. Último acceso el 5 de Diciembre de 2010, desde <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/04/41/PDF/osborne-j-2003-r6.pdf>
- Payá, J. (1991). *Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física y química: un análisis crítico y una propuesta fundamentada*. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Valencia.

- Pérez, O. J. (2001). *El uso de experimentos en tiempo real: estudio de casos de profesores de física de secundaria*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Pintó, R. (2007). *Teaching trends in real-time experiments at secondary school. Comunicación presentada al Sixth International ESERA Conference*. Malmö, Sweden.
- Pintó, R. (2009). *Trabajo experimental mediante sistemas de captadores de datos: dificultades a superar. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Barcelona, pp. 3544-3548.
- Pintó, R. y Sáez, M. (2006). *Estado de la implantación del Aula de Nuevas Tecnologías en Catalunya en el 2004-05. XXII CONGRES: Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza.
- Reigosa, C. E. (2010). Una experiencia de resolución de problemas de física y química en el laboratorio de ESO. *Alambique*, 65, 110-116.
- Roberts, G. (2002). *The supply of people with science, technology, engineering and mathematics skills*. London: HM Treasury. Último acceso el 15 de Julio de 2010, desde http://www.hm-treasury.gov.uk/d/robertsreview_introch1.pdf
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission.
- Russell, D. W., Lucas, K. B., y Mc Robbie, C. J. (2003). The role of the Microcomputer-Based Laboratory display in supporting the construction of new understandings in kinematics. *Research in Science Education*, 33, 217-243.
- Sharma, A. y Anderson, C. W. (2009). Recontextualization of science from lab to school: implications for science literacy. *Science & Education*, 18 (9), 1253-1275.
- Sierra, J. L. (2000). Informática y Enseñanza de las Ciencias. En Perales, F. J. y Cañal, P. *La didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, (pp. 339-359). Alcoy: Ed. Marfil.
- Singer, J. y Maher, M. A. (2007). Preservice teachers and technology integration: rethinking traditional roles. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 955-984.
- Tamir, P. (1991). Practical Work in School Science: an analysis of current practice. En: *Practical Science*. Gran Bretaña: Open University Press.
- Tortosa, M. y Oro, J. (2011). El uso de sensores y equipos de captación automática de datos en los trabajos prácticos de física y química. En A. Caamaño (Coord.) *Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas* (pp. 131-152), 5 volumen III. Barcelona: Editorial Graó.
- Walsh, C.; Parry, D. y Larsen, C. (2010). Blending learning: a novel assessment strategy enhancing student learning from practical work in the laboratory. *Bioscience Education*, 15.
- Weller, H. G. (1996). Assessing the impact of computer-based learning in science. *Journal of Research on Computing in Education*, 28, 461-485.

Las definiciones de los conceptos de Población y Especie en los libros de texto de Secundaria.

Autora: Gema Merino Espinosa

Directora: Pilar Jiménez Tejada

Universidad de Granada, (pjtejada@ugr.es)

RESUMEN

Los conceptos de población y especie son fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la taxonomía, la genética, la ecología y la evolución. Diversos estudios indican que la información contenida en los libros de texto no siempre se adecua a las necesidades educativas del alumnado, a pesar de ser una herramienta tan ampliamente utilizada por docentes y alumnos. Por ello, hemos analizado cómo se definen estos conceptos en los distintos niveles de la E.S.O y su ubicación dentro de los temas curriculares relacionados.

Palabras clave

Población, especie, libros de texto, enseñanza-aprendizaje de la biología.

INTRODUCCIÓN

El interés de analizar los libros de texto radica en que el profesorado en general, trabaje en enseñanza primaria o secundaria, suele utilizar los libros de texto como si se tratase de una herramienta que posee una verdad universal y que, en algunos casos, no suele acompañarse de otros recursos didácticos. Es lógico pensar que esto sea así, ya que, por sus propias características, permiten al profesorado elaborar sus unidades didácticas atendiendo a los contenidos del libro, así como actividades que puedan incorporarle. Resulta mucho más fácil la elaboración de este trabajo por parte del docente teniendo como referencia el libro.

En relación a la información escrita contenida en los libros de texto, las investigaciones ponen de manifiesto, en numerosos casos, que los contenidos no se presentan de forma adecuada y que no se produce una adecuada transferencia entre los resultados de las investigaciones didácticas y lo que los libros transmiten o intentan transmitir (Cañal y Criado, 2002).

Además, es muy importante llevar a cabo una elección adecuada del libro de texto porque, tal y como indica Campanario (2001), éste puede ejercer una influencia poderosa sobre el punto de vista del docente y sobre el propio proceso de enseñanza – aprendizaje de sus alumnos.

El adecuado tratamiento de los conceptos de población y especie en los libros de texto tiene dos implicaciones didácticas de gran interés. En primer lugar, la relación de ambos con diversas ramas de la biología puede ser un punto de partida para utilizarlos como nexo de todas ellas y, de esta manera, ofrecer una imagen integrada de la disciplina (Jiménez Tejada et al., 2009).

En segundo lugar, el interés de ambos conceptos para la enseñanza-aprendizaje de la evolución.

Los numerosos debates que suscitan ambos conceptos en la comunidad científica (Berryman, 2002; Pigliucci, 2003; Mayr, 2006; Schaefer, 2006) pueden darnos una idea de las dificultades presentes en el alumnado, las cuales pueden interferir en la comprensión de la evolución.

Puesto que el libro de texto es utilizado por el alumnado también fuera del aula, sus contenidos deben presentarse adecuadamente para ofrecer una buena oportunidad de enseñanza-aprendizaje. Por ello los objetivos que han guiado esta investigación han sido los siguientes:

- Conocer las definiciones de los conceptos de población y especie presentes en los libros de texto de diferentes cursos de biología-geología de secundaria.
- Averiguar si se definen en los temas relacionados con ellos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Nuestra muestra se compone de un total de 28 libros, editados entre 2006 y 2011 y que corresponden a los siguientes cursos y materias: 21 libros de Ciencias de la Naturaleza de 1º E.S.O, 2 de Ciencias de la Naturaleza de 2º E.S.O y 5 de Biología y Geología de 4º E.S.O.

Los aspectos investigados en los libros de texto han sido:

- A) Presencia de un tema específico para la población
- B) Presencia de la definición de ambos términos en los temas del currículum con los que están relacionados
- C) Definiciones de los conceptos

Para averiguar los cursos y bloques de contenidos relacionados con los conceptos que se han investigado, y siguiendo metodología utilizada por Jiménez-Tejada (2009), Se consultó el Real Decreto 1631/2006. Los contenidos y cursos donde se trabajan ambos términos se detallan a continuación:

- Taxonomía: 1º E.S.O.
- Genética: 4º E.S.O.
- Evolución: 4º E.S.O.
- Ecología: 1º, 2º y 4º E.S.O.

Para comparar la distribución experimental de frecuencias frente a la teórica se ha utilizado el test de bondad de ajuste (Zar, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Presencia de un tema específico para la población.

En ninguno de los libros se ha dedicado un capítulo dedicado a la población, pero coincidimos con Jiménez-Tejada (2009) en que sería interesante situar dicho tema en 4º E.S.O. Aunque no es imprescindible que lo haya, incluir un tema específico de población podría permitir un enfoque novedoso de la ecología, al menos en 4º E.S.O.,

donde se deben trabajar las adaptaciones de los organismos a los diferentes medios. Creemos que sería un buen punto de partida para enlazar la ecología con la evolución y ésta a su vez con la genética.

B) Presencia de definiciones de los conceptos en los temas del currículum con los que están relacionados.

- **ESPECIE**

UBICACIÓN DEL CONCEPTO ESPECIE				
	Tax	Eco	Gen	Evo
1º ESO (n=21)	76%	24%	0%	0%
2º ESO (n=2)	0%	0%	0%	0%
4º ESO (n=5)	0%	0%	37,5%	62,5%

Tabla 1. Porcentajes de libros en los que aparece definido el concepto de Especie en función de la temática. Tax=taxonomía, Eco=ecología, Gen=genética, Evo=evolución.

Al ser la especie la categoría más pequeña y concreta que podemos encontrar en el sistema de clasificación natural de los seres vivos, dicho concepto debería estar presente en todos los libros que traten la taxonomía (Jiménez-Tejada, 2009). Sin embargo, nuestro análisis muestra que los resultados se separan significativamente de lo que sería más adecuado ($\chi^2 = 200,8$, g.l.=1, $p < 0,0001$).

En algunos libros hemos encontrado que en el tema de taxonomía aparecen contenidos de ecología o de evolución, estando las definiciones de especie ubicadas en dichos contenidos.

Dentro de la temática de ecología, las especies constituyen la biocenosis en los ecosistemas, por lo que dicho concepto debería ubicarse en todos los libros que traten esta temática. De forma específica, la ecología se presenta en el currículum oficial de 2º en el bloque del medio ambiente natural y en 4º E.S.O en el bloque de las transformaciones en los ecosistemas. Aquí resaltamos la importancia de la definición del concepto de especie, ya que es imprescindible para una correcta comprensión del ecosistema en conjunto (Jiménez-Tejada, 2009). A pesar del interés son escasos los libros que la incluyen (Tabla 1). Estos resultados distan significativamente de lo que sería esperable ($\chi^2 = 488,7$, g.l.=1, $p < 0,0001$).

Al analizar la relación entre el concepto de especie y la temática de genética, encontramos diversos puntos en los que convergen: terapia génica y trasplantes, de especial interés para los alumnos, donde se puede analizar la compatibilidad genética intra e interespecífica; la biotecnología junto con los alimentos transgénicos, tan de moda y de primera mano en la actualidad. Sin embargo, a pesar del interés que pueda generar, los resultados muestran que no es frecuente encontrar esta definición en genética en los libros de 4º ESO (Tabla 1). Estos resultados también distan significativamente de lo esperado ($\chi^2 = 441,5$, g.l.=1, $p < 0,0001$) (Jiménez-Tejada, 2009).

Al hablar de evolución, sería lógico encontrar definido el concepto de especie; ya que la evolución, gracias a la especiación, es la responsable de la creación de nuevas especies a

partir de las que ya existen. Tras el análisis realizado (Tabla 1), observamos que el resultado también dista significativamente de lo esperado ($\chi^2= 397,4$, g.l.=1, $p<0,0001$).

El caso de uno de los libros de 2º ESO nos ha parecido curioso son, ya que hemos encontrado definido el concepto de Especie en el tema correspondiente a la reproducción en el apartado de reproducción sexual. Nos llama la atención, además de parecernos correcto, que vincule el concepto de Especie con la reproducción sexual, que permite una gran variabilidad de individuos gracias a combinación al azar de los alelos contenidos en los gametos y a la recombinación

• POBLACIÓN

UBICACIÓN DEL CONCEPTO POBLACIÓN				
	Tax	Eco	Gen	Evo
1º ESO (n=21)	100%	0%	0%	0%
2º ESO (n=2)	0%	50%	0%	0%
4º ESO (n=5)	0%	37,5%	25%	37,5%

Tabla 2. Porcentajes de libros en los que aparece definido el concepto de Población en función de la temática. Tax=taxonomía, Eco=ecología, Gen=genética, Evo=evolución.

Puesto que la población es la unidad básica de la evolución, pensamos que lo más conveniente sería explicar la taxonomía desde un punto de vista evolutivo. Según este razonamiento lo correcto sería incluir en el bloque de taxonomía la definición de población. Pero su uso en esta parte de la temática de la Biología no es muy frecuente (Tabla 2), resultado que coincide con los de Jiménez-Tejada (2009). Esta relación sólo esperaríamos encontrarla en 1º ESO y, tras el análisis, vemos que sólo aparece en un libro; por lo que los resultados se separan significativamente de lo que sería más adecuado ($\chi^2= 488,7$, g.l.=1, $p<0,0001$).

Hay que resaltar que en algunos libros hemos encontrado contenidos de ecología o de evolución en el tema de taxonomía, estando las definiciones de especie ubicadas en dichos contenidos. Este hecho es bastante interesante porque de esta forma el propio concepto permite enlazar los diferentes bloques de contenidos, ofreciendo así una imagen integrada de la Biología.

Al analizar la temática de genética y su posible relación con el concepto de población ésta se establece porque los cambios evolutivos llevan consigo cambios en las frecuencias génicas que podrían ser diferentes entre las poblaciones que pertenezcan a una misma especie. Como ejemplos relacionados con esta idea, en los libros de texto, encontramos los casos de Fenilcetonuria o la propia "Anemia Falciforme", que se presenta con altas frecuencias en muchas regiones africanas al poseer el heterocigoto una ventaja selectiva que protege frente a la malaria, una de las causas principales de enfermedad y muerte en estas zonas. Por estos razonamientos pensamos que sería interesante definir dicho concepto. En la investigación llevada a cabo hemos comprobado que son pocos los libros analizados de 4º ESO que definen el concepto (Tabla 2), por lo que estos resultados también distan significativamente de lo esperado ($\chi^2=464,5$, g.l.=1, $p<0,0001$). Estos resultados también coinciden con otros anteriores (Jiménez-Tejada et al., 2009).

La relación del concepto población con la ecología se evidencia ya que el estudio de los ecosistemas supone no solo conocer la existencia de las especie, sino también su abundancia y los cambios que suceden en el espacio y en el tiempo (Berryman, 2002), lo que requiere del estudio de las poblaciones. Como se ha comentado anteriormente para el concepto de especie, los contenidos de ecología se encuentran ubicados en 2º ESO y 4º ESO. Sin embargo, los datos obtenidos (Tabla 2) distan significativamente de lo esperado ($\chi^2= 419,1$, g.l.=1, $p<0,0001$), al igual que en los obtenidos por Jiménez-Tejada et al. (2009).

En la temática de evolución, es obvio que los cambios evolutivos se producen a nivel de población, lo que justifica que deba aparecer en todos los libros que traten esta parte de la Biología. Pero no es así (Tabla 2), por lo que estos resultados también distan significativamente de lo esperado ($\chi^2= 464,5$, g.l.=1, $p<0,0001$).

El caso de uno de los libros de 2º ESO nos ha parecido curioso, ya que hemos encontrado el concepto de población en el tema correspondiente a la reproducción en el apartado de reproducción sexual. Nos llama la atención, además de parecernos correcto, que vincule el concepto de Población con la reproducción sexual, ya que el aislamiento reproductivo es uno de los métodos de especiación al ser las poblaciones las unidades evolutivas por excelencia.

Nuestros resultados sobre la existencia de la definición de población en los bloques de taxonomía, genética y evolución son similares a los encontrados por Jiménez-Tejada et al., (2009), por lo que existe una tendencia que parece mantenerse desde 1991 hasta la actualidad.

C) Definiciones de los conceptos

A lo largo de la historia de la biología, y aún en la actualidad, los conceptos de especie y población han sido el centro de numerosos debates y hay numerosa bibliografía que así lo pone de manifiesto (Pigliucci, 2003; Schaefer, 2006; Berryman, 2002; Mayr, 2006). Por tanto, nuestro objetivo al analizar las definiciones de ambos términos no ha sido escoger la mejor definición sino analizar qué aspectos son los que usualmente están presentes en las definiciones de los libros de textos que utilizan nuestros alumnos y profesores, y cuáles son sus ventajas y/o inconvenientes.)

Para el concepto de especie se ha analizado la presencia de su definición en todos los libros analizados.

NÚMERO TOTAL DE DEFINICIONES DE CONCEPTO ESPECIE	
1ºESO	24
2ºESO	1
4ºESO	8

Tabla 3. Número total de veces que aparece definidos el concepto Especie en función de los distintos niveles de la ESO.

Además, se ha analizado en las definiciones la presencia de semejanzas morfológicas, de interfecundidad y de descendencia fértil. En la totalidad de los libros analizados se hace referencia a las semejanzas morfológicas y es algo que no nos parece adecuado porque puede reforzar el pensamiento tipológico existente en el alumnado (Jiménez-

Tejada, 2009), aunque podemos observar que la tendencia se va reduciendo conforme se asciende de curso.

	SEMEJANZAS MORFOLÓGICAS	INTERFECUNDIDAD	DESCENDENCIA FÉRTIL
1° ESO	79,2%	87,5%	100%
2° ESO	100%	100%	100%
4° ESO	50%	100%	100%

Tabla 4. Porcentajes de definiciones que cumplen cada una de las características que suelen aparecer en la definición de Especie.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Jiménez-Tejada et al (2009). Es aquí cuando el profesorado debe hacer hincapié en este aspecto, con el fin de evitar que el alumnado piense que todos los componentes de la misma especie son exactamente iguales.

La necesidad de interfecundidad entre dos individuos de la misma especie es algo que hay que incluir en la definición de especie, pues también aparece especificada en el *C.B.E. (concepto biológico de especie)*; sin embargo, habría que aclarar que puede ser real o potencial, pues hay casos en la naturaleza en los que, aunque no hay entrecruzamientos, sí que puede haber flujo genético entre ellos. La presencia de descendencia fértil en la definición es útil para indicar que no sólo el hecho físico del entrecruzamiento es exclusivo para determinar que dos organismos sean de la misma especie. Este aspecto si está cuidado en todos los libros revisados.

Para el concepto de Población se ha analizado si su definición está presente en todos los libros analizados.

NÚMERO TOTAL DE DEFINICIONES DE CONCEPTO POBLACIÓN	
1° ESO	1
2° ESO	3
4° ESO	8

Tabla 5. Número total de veces que aparece definido el concepto Población en función de los distintos niveles de la ESO.

También se ha investigado la presencia del aspecto espacial, del aspecto temporal y la mención de que se trate de individuos de la misma especie. Este último aspecto es necesario que aparezca porque es muy frecuente que los alumnos confundan los términos individuo, población, comunidad y especie (Develay&Ginsburger-Vogel, 1986). Pero se corre el riesgo de confundir los conceptos de especie y población si no se incluye en la definición el aspecto espacial y temporal. Aspectos de interés para dar una visión dinámica de las especies a lo largo del tiempo que permitiría enlazar ambos términos con la evolución.

	ESPACIO	TIEMPO	ESPECIE
1° ESO	100%	0%	100%
2° ESO	100%	33,3%	100%
4° ESO	100%	25%	100%

Tabla 6. Porcentajes de definiciones que cumplen cada una de las características que suelen aparecer en la definición de Población.

A través del análisis que hemos realizado, comprobamos que el aspecto espacial siempre está presente pero sólo en algunos casos se incluye, también, el aspecto temporal, resultados que coinciden con los obtenidos por Jiménez-Tejada et al., (2009). En todos los casos menciona que debe tratarse de individuos de la misma especie.

CONCLUSIONES

Los libros de texto han de presentar unas propuestas coherentes con los Reales Decretos y con las necesidades educativas del alumnado, por lo que sería conveniente que las editoriales tuviesen presente las recomendaciones que ofrece la investigación en didáctica. Si así fuese, la investigación de los libros de texto tendría un sentido añadido al de aportar directamente valiosa información al profesorado a través de las revistas especializadas. La mejora de la enseñanza-aprendizaje se vería cubierta por el profesorado mediante dos frentes, uno directo mediante la lectura de artículos resultantes de la investigación, que influiría en la manera de abordar sus clases, y otro mediante el uso de un material que se ha elaborado siguiendo las pautas producto de la misma. Somos conscientes de que nuestra propuesta, al menos a corto plazo, no es viable. Por ello habría que confiar en el docente para que, mediante su labor, mitigue esos errores y “gazapillos” que poseen los libros y que, además, sea capaz de hacer que el alumnado se enfrente a ellos y los anime a ser capaces de rectificarlos por sí mismos. Es el propio docente el que debe dar respuesta a las necesidades educativas sin caer en el acomodamiento que supone tener un libro y trabajarlo al pie de la letra para hacer su labor mucho más llevadera.

En el caso particular de nuestra investigación encontramos que los libros de texto no tratan como cabría esperar los conceptos de especie y población. Una posible opción, acorde con las propuestas de Campanario (2001), es acercar al estudiante al medio natural para que observe la realidad que lo rodea. Una vez observado su entorno, se le puede invitar para que haga una crítica de las definiciones presentes en los textos y para que construya las suyas propias con las orientaciones del profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berryman, A. A. (2002). Population: a central concept for ecology? *Oikos*, 97, 439-442.
- Campanario, J. M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 351-364.
- Cañal, P. y Criado, A. (2002). ¿Incide la investigación en Didáctica de las Ciencias en el contenido de los libros de textos escolares? *Alambique*, 34, 56-65.
- Develay, M. y Ginsburger-Vogel, V. (1986). Population. *Aster*, 3, 19-71.
- Jiménez-Tejada, M.; González, F. y Hódar, J. (2009). Los conceptos de población y especie en los libros de texto de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 743-745.
- Jiménez-Tejada, M. (2009). *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. Universidad de Granada. Granada.
- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología*. Buenos Aires. Katz.

Pigliucci, M. (2003). Species as family resemblance concepts: the (dis-)solution of the species problem? *BioEssays*, 25, 596-602.

Real Decreto 1631/2006 publicado en el BOE del 5 de Enero de 2007.

Schaefer, J. A. (2006). Towards maturation of the population concept. *Oikos*, 112, 236-240.

Zar, J.H. (1996). *Biostatistical Analysis*, 3rd edition. Englewood Cliffs. Prentice Hall.

Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la sexualidad y la reproducción humana en la enseñanza secundaria obligatoria. Un estudio de caso.

Autora: Macarena Luque Bago

Director: Roque Jiménez Pérez

Universidad de Huelva, (rjimenez@uhu.es)

RESUMEN

En este trabajo se ha tratado de observar cómo se aborda una unidad didáctica sobre sexualidad y reproducción humana en un grupo previamente determinado de alumnos de 3º de ESO, definiendo el modelo didáctico de la profesora que la imparte, y analizando los conocimientos adquiridos por el alumnado sobre la temática tratada y sus emociones frente al aprendizaje de las ciencias naturales. El objetivo fundamental es conocer los obstáculos que tanto dicha profesora como el alumnado encuentran, respectivamente, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la unidad pretendida.

Los datos necesarios para nuestra investigación los hemos recogido a través de una parrilla de observación y un diario de la investigadora para detectar el modelo didáctico utilizado, un pretest y un posttest para evaluar los aprendizajes del alumnado, y un test medidor de sus emociones frente al aprendizaje de las ciencias naturales; y han sido analizados cualitativamente mediante la categorización de los mismos, excepto en el caso del test medidor de emociones que debido a su estructura se presta a un análisis más cuantitativo.

A partir del análisis y la discusión de los resultados, detectamos que nos encontramos ante un grupo de estudiantes que a pesar de presentar emociones positivas frente al aprendizaje de las ciencias naturales, adquieren unos aprendizajes sobre sexualidad y reproducción humana muy escasos y alejados de las finalidades de la educación, propuestas desde la investigación didáctica y la legislación vigente que regula nuestro sistema educativo; Estos resultados pueden asociarse al tratamiento tradicional que se hace de la particularidad de los contenidos, que promueve concepciones de intencionalidad restrictivas y cerradas en el alumnado.

INTRODUCCIÓN

Presentación y justificación

La idea de este trabajo parte de mi inexperiencia como docente y del deseo por asomarme a las aulas para descubrir su realidad. De modo que, centrandó esta investigación en la materia que nos consideramos especializados, Biología, hemos decido enfocarla hacia la búsqueda y la comprobación personal, de cuáles son los obstáculos que tanto profesorado como alumnado encuentran, respectivamente, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales.

En este trabajo de investigación se ha tratado de observar cómo se aborda una unidad didáctica sobre sexualidad y reproducción humana en un grupo previamente determinado de alumnos de 3º de ESO, definiendo el modelo didáctico de la profesora que la imparte, y analizando los conocimientos adquiridos por el alumnado sobre la temática tratada, así como sus emociones frente al aprendizaje de las ciencias naturales.

La elección de la unidad pretendida ha sido consecuencia de la consideración de la importancia que tienen estos conocimientos para el desarrollo y la realización personal de los adolescentes a los que va dirigida (López, 2005).

Objetivos del estudio.

Para la formulación de los objetivos del presente estudio partimos de uno general:

“Conocer los obstáculos de la enseñanza y el aprendizaje de una unidad didáctica referente sexualidad y reproducción humana en un grupo concreto de 3ºESO”.

Para esclarecer el fin de nuestra investigación hemos desglosado este objetivo general en tres subobjetivos más claros y concretos, que son:

<p>OBJETIVO 1:</p> <p>O.1. Observar y describir el modelo didáctico personal de la profesora, que imparte la unidad didáctica de sexualidad y reproducción, en cuanto a la metodología que desarrolla</p>
<p>OBJETIVO 2:</p> <p>O.2 Detectar las ideas previas del alumnado de este grupo determinado y comprobar cómo evolucionan éstas tras el desarrollo de la unidad y que aprendizajes adquieren los alumnos.</p>
<p>OBJETIVO 3:</p> <p>O.3. Conocer las emociones que presenta este alumnado frente a l aprendizaje de las Ciencias Naturales.</p>

Cuadro 1: Relación de objetivos de la investigación.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La sexualidad y la reproducción humana en el currículo actual de las ciencias de la naturaleza

La inclusión de la materia de ciencias de la naturaleza en la enseñanza secundaria obligatoria viene perfectamente justificada en el Real Decreto 1631/2006, que reconoce la necesidad de la alfabetización científica de la sociedad permitiendo así el entendimiento del mundo que nos rodea, el disfrute desde la solidaridad y el respeto de los logros de la humanidad, así como la participación en la toma de decisiones fundamentadas entorno a problemas locales y globales de nuestro tiempo (MEC, 2006).

De la misma manera, la relevancia de la temática abordada está respaldada por el currículo actual, que la contempla en la etapa de la educación secundaria y también en la educación primaria (MEC, 2006). Tanto los objetivos generales de la enseñanza secundaria obligatoria recogidos en la LOE como los objetivos generales del área de ciencias de la naturaleza en la ESO dictados en Real Decreto 1631/2006, hacen referencia a la reproducción humana destacando la importancia del conocimiento, el

cuidado y la aceptación del propio cuerpo y el de los otros respetando las diferencias, o la valoración de la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad.

Sin embargo, tal y como dispone el Real Decreto 1631/2006, los contenidos sobre reproducción y sexualidad humana, en la etapa de la ESO, sólo están contemplados en el currículo del tercer curso (MEC, 2006; Banet, 2007b). En concreto forman parte del Bloque 5, titulado las personas y la salud, y los contenidos más relacionados con la sexualidad y reproducción humana se encuentran entre los albergados en el apéndice denominado precisamente “Promoción de la salud. Sexualidad y reproducción humana”.

Los criterios de evaluación, establecidos por el Real Decreto 1631/2006 para la materia de Biología y Geología en 3º de ESO, también hacen referencia a la sexualidad y la reproducción humana destacando la importancia de adquirir conocimientos sobre la anatomía y fisiología del aparato reproductor y desarrollar habilidades para la conservación de la salud sexual.

La competencia básica más relacionada con esta materia es “la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico” en la que se especifica la importancia del conocimiento del propio cuerpo y las relaciones entre los hábitos y las formas de vida y la salud (MEC, 2006; Banet, 2007b).

La legislación vigente reguladora del sistema educativo en Andalucía nos brinda una serie de directrices metodológicas a modo de orientación a la hora de poner en práctica los elementos curriculares. Se propone una metodología basada en la actividad y la participación del alumno procurando así su desarrollo personal y se resalta la importancia del uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y del fomento de las competencias referidas a la lectura y a la expresión oral y escrita.

También, esta misma, indica que en el desarrollo de las distintas materias se deben incorporar entre otros aspectos: la dimensión histórica del conocimiento, la interdisciplinariedad, la consideración y referencia a la vida cotidiana, el aprovechamiento de diversas fuentes de información, cultura, ocio y estudio, la conciencia social y el análisis y la valoración de las contribuciones más importantes para el progreso humano. (Junta de Andalucía, 2007)

La enseñanza de las ciencias de la naturaleza: sexualidad y reproducción humana

En el análisis del Real Decreto 1631/2006 hacemos referencia a la justificación de la inclusión de las ciencias de la naturaleza alegando la necesidad de la alfabetización científica de la ciudadanía.

Vivimos en una sociedad íntimamente ligada a la ciencia y a la tecnología que experimenta los avances sucesivos y constantes en estos dos campos del conocimiento, que se traducen en nuevos diálogos y debates sociales en los que es necesaria la participación de la ciudadanía para el pleno desarrollo de una sociedad democrática, donde interviene no sólo la ideología política sino también una ideología social. Es determinante conocer y comprender ciertos aspectos de la ciencia para participar en dichas discusiones y clarificar muchos de los mitos que engloba; y este conjunto de conocimientos es lo que podemos llamar alfabetización científica (Marco-Stiefel, 2000).

La enseñanza obligatoria debe formar personas implicadas, responsables e integras con la capacidad de seguir aprendiendo permanentemente. Por tanto ya no nos vale con el enfoque meramente académico de los contenidos escolares, sino que éste debe dirigirse

hacia la utilidad y la aplicación en diferentes contextos y situaciones vitales (Feito, 2008).

El aprendizaje de aspectos relacionados con la sexualidad y reproducción humana son esenciales desde la perspectiva biológica, ya que se hace referencia a una función vital que integrada con el conocimiento del resto de estas funciones nos permite comprender el funcionamiento de nuestro organismo (García Barros y Martínez Losada, 2006). Pero también son imprescindibles los aspectos psicosociales que impregnan esta temática.

Aunque tenemos claro cuál es o debería ser la finalidad de la enseñanza obligatoria y de las ciencias en particular, los resultados de la evaluaciones realizadas en el ámbito internacional como TIMSS o PISA, muestran un panorama bastante pesimista en torno a la educación en general y concretamente a la científica (MEC, 2009, Acevedo, 2005 y Acevedo, 2009), que nos hace sospechar que la forma de enseñanza de las ciencias llevada a cabo en nuestras aulas se dirige hacia a la consecución de objetivos muy discrepantes con las finalidades de la enseñanza que se promueven desde la legislación y la investigación didáctica (Banet, 2007).

En nuestras aulas siguen primando los métodos transmisivos, los contenidos conceptuales frente a los procedimentales y actitudinales, y el fomento de la memorización de aprendizajes de escasa relevancia personal y social de forma descontextualizada y aislada de la vida cotidiana (Banet, 2007 y Feito, 2008). De esta manera se presenta al alumnado una imagen de la ciencia como saber cerrado, abstracto, y apto sólo para mentes privilegiadas (Gil Pérez y Vilches, 2006).

En cuanto a los aspectos relacionados con reproducción y sexualidad humana, López (2005) considera que la educación en este ámbito es un fracaso que se refleja en los miedos, ignorancias y creencias infundadas en torno a esta temática, que impregnan la sociedad actual. Esto es consecuencia del enfoque de la sexualidad en nuestras aulas como un fenómeno exclusivamente biológico e individual que se desarrolla en torno a tabúes y prohibiciones y que no tiene en cuenta los aspectos psicosociales así como las vivencias y el placer (Pellejero Goñi y Torres Iglesias, 2011).

Desde la investigación didáctica se propone la enseñanza de las ciencias desde el planteamiento de problemas relevantes que susciten a la investigación y motiven al alumnado implicándose éste en la construcción de sus conocimientos siempre guiados por el docente, transmitiéndoles así una visión abierta y creativa de la actividad científica y haciéndolos partícipes de ésta (Gil Pérez y Vilches, 2006).

La escuela ha evolucionado desde retos pedagógicos puramente disciplinares hasta situarse éstos, principalmente, en la formación crítica del pensamiento y en el desarrollo de las actitudes y capacidades del alumnado para actuar racionalmente. Esta evolución, que se debe a un cambio consustancial de la sociedad (Jiménez Pérez y Wamba, 2004), conlleva que frente al modelo clásico de formación como profesor tecnócrata, se encuentre la necesidad de un modelo didáctico del profesor de ciencias que desde la enseñanza de esta disciplina dé respuestas a las demandas sociales en sus distintas dimensiones: científica, organizativa, de valores, etc. (Jiménez Pérez y Wamba, op.cit.).

El modelo didáctico del profesor se encuentra íntimamente determinado o ligado a los conceptos como escuela, enseñanza y currículo (Pérez Gómez, 1993; Marcelo 1994). La particular definición de estos conceptos, se refleja en imágenes y metáforas como el modelo de comportamiento del profesor, su forma de transmitir el conocimiento, sus rutinas, sus decisiones, su planificación de la acción docente, etc. (Jiménez Pérez y Wamba, 2004).

La caracterización de modelos didácticos del profesor ha sido y es un aspecto muy trabajado desde la investigación didáctica. Para ello, a lo largo de la historia han ido surgiendo una serie de aportaciones entorno a la definición de modelos didácticos teóricos del profesor. Así surgen los modelos tradicional, espontaneísta, tecnológico y constructivista, clásicos de nuestra literatura (Porlán, Ribero y Martín, 2000). Huyendo de lo estático de éstos y en busca de la caracterización del modelo personal propio de cada profesor, se elabora la hipótesis del conocimiento profesional del profesor (Jiménez Pérez y Wamba 2004) utilizada posteriormente por Vázquez (2006), para la definición de la forma de reflexión del profesorado.

En esta hipótesis se consideran tres niveles o dimensiones denominadas técnica, práctica y crítica; el significado de progresión implica un gradiente de mejora y eficacia, considerándose por tanto el modelo ideal aquel coincidente con lo descrito en la dimensión crítica (Vázquez, 2006).

El aprendizaje de las ciencias de la naturaleza: sexualidad y reproducción humana

En los puntos anteriores de este marco teórico encontramos referencias importantes en las que apoyarse para afrontar la enseñanza de las ciencias de la naturaleza. Pero aún así sabemos que lograr que los estudiantes aprendan no es tarea fácil, incluso después de una instrucción reiterada.

Una de las dificultades principales del aprendizaje del alumnado, indicada por diversos autores entre los que se encuentra Astolfi (1994), son las concepciones de los alumnos con respecto a los contenidos tratados.

En relación a la materia que nos ocupa, sexualidad y reproducción humana, el único estudio de ideas previas encontrado fue realizado por Cañal, Porlán, y García (1988). Aunque éste está demasiado lejos en el tiempo y además sus participantes son alumnos de primaria y no adolescentes como en la presente investigación, aporta algunos datos relevantes sobre las consecuencias en los aprendizajes de los tabúes generados alrededor de esta temática, como son las confusiones y mitos entorno a prácticas sexuales tales como la masturbación, o el entendimiento machista de las relaciones heterosexuales.

Desde la perspectiva constructivista del aprendizaje defendida desde la psicología y la didáctica y apoyada en aportaciones de autores de la índole de Wertheimer, Vygotsky o Piaget (Pozo, 1993), está suficientemente clara la necesidad de la detección de ideas previas. Sin embargo Astolfi (1994) considera que el problema no está únicamente en la forma del alumnado de pensar y de comprender el mundo, sino en su necesidad para mantener este sistema de pensamiento. Es el alumno el que debe franquear por sí mismo el obstáculo de aprendizaje, y para ello es necesaria una presentación de los aprendizajes efectiva, atractiva, atrayente y motivadora. (Astolfi, 1994; Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011).

Sin embargo no es precisamente atracción lo que siente el alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza, y así lo muestra el informe Rocard (Rocard, 2007), que alerta sobre la disminución de los jóvenes que estudian ciencias en Europa, o trabajos como el de Solbes (2011) en el que se expone que el alumnado encuentra las materias de ciencias aburridas, difíciles y excesivamente teóricas.

Las numerosas investigaciones realizadas en el ámbito de la psicología y la didáctica demuestran la importancia de la motivación en el aprendizaje llegando a la conclusión de que sin motivación no hay aprendizaje escolar. (Toribio Aranda *et al.*, 2010).

Conocemos que la motivación es un concepto complejo dependiente de múltiples factores en el que juega un papel importante las emociones del alumnado frente al aprendizaje de una materia determinada (Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011). Lo que nosotros denominamos emociones es reconocido por otros autores como actitudes (Mazzitelli y Aparicio, 2009) o visiones (Solbes, 2011), y ya Dewey (1963) había afirmado que la actitud más importante que puede formarse en los niños es el deseo de continuar aprendiendo, pero fuera como fuese queda demostrada su importancia y su vinculación con la motivación, reflejada en aportaciones como la de Claxton (1984, citado por Toribio Aranda et al. 2010) o Pintrich y Schunk (1996), quienes consideran de varias formas que motivar es cambiar las prioridades de una persona y sus actitudes frente al aprendizaje y también Jiménez Hernández y Macotela (2008) que tratan el decremento de la motivación conforme pasan los años de escolaridad como uno de los hallazgos más importantes de la investigación educativa.

Todo lo descrito, son pautas que pretendemos tener en cuenta para nuestra investigación como una manera de medir las necesidades de los alumnos y la forma en la que aprenden para una formación adecuada a la alternativa actual.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

Una vez establecidos los objetivos y, de acuerdo con ellos, pasamos a formular los problemas de nuestra investigación con sus correspondientes hipótesis. El problema general que proponemos para nuestra investigación es:

“¿Cuáles son las dificultades de la enseñanza y el aprendizaje de una unidad didáctica referente a la sexualidad y reproducción humana en alumnos de 3ºESO?”

Los subproblemas que surgen de este problema central con sus correspondientes hipótesis son los que se incluyen en el cuadro 2.

<p>PROBLEMA 1.</p> <p>¿La metodología utilizada por la profesora en la unidad de sexualidad y reproducción, dificulta el aprendizaje?</p>
<p>HIPÓTESIS 1.</p> <p>Según la literatura científica, por lo general, la metodología empleada el profesorado es una metodología tradicional que dificultará el aprendizaje del alumnado, porque va en contra de las teorías constructivistas del aprendizaje y no fomenta el autoaprendizaje, el aprendizaje significativo, ni el desarrollo de procedimientos y actitudes.</p>
<p>PROBLEMA 2.</p> <p>¿Cómo evolucionan las ideas previas del alumnado de este grupo concreto de 3º ESO y qué aprendizajes sobre sexualidad y reproducción humana adquieren?</p>
<p>HIPÓTESIS 2.</p> <p>Tras el desarrollo de la unidad avanzan considerablemente las ideas previas referentes a contenidos conceptuales, pero no avanzan los conocimientos sobre contenidos procedimentales ni las actitudes del alumnado relacionadas con la dimensión emocional y social de la reproducción y la sexualidad.</p>
<p>PROBLEMA 3.</p> <p>¿Qué emociones presenta el alumnado de este grupo concreto de 3º de la ESO frente a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales?</p>
<p>HIPÓTESIS 3.</p> <p>El alumnado presenta emociones negativas frente al aprendizaje de las ciencias naturales, las considera difíciles, aburridas y abstractas, pero si reconocen su utilidad para su desarrollo personal y profesional.</p>

Cuadro 2: Relación de problemas e hipótesis derivados del general de la investigación.

Teniendo en cuenta el problema central de nuestro trabajo, hemos optado por afrontarla desde un paradigma interpretativo y en base a nuestro posicionamiento y a las características de nuestra investigación, consideramos una metodología esencialmente cualitativa (Bisquerra, 2009). Aunque también participa de aspectos cuantitativos.

Los participantes de nuestra investigación han sido elegidos por conveniencia, y son un grupo de 23 estudiantes de 3º ESO, 10 alumnas y 13 alumnos, pertenecientes a un centro público de Enseñanza Secundaria situado en un municipio de 11.000 habitantes que posee una economía estable. La profesora implicada en el estudio es licenciada en Biología, de 43 años de edad y 18 de experiencia como docente impartiendo la asignatura de Biología y Geología.

A continuación teniendo en cuenta las características de los participantes y los problemas planteados, hemos diseñado los instrumentos de recogida de datos o instrumentos de primer orden. Para recoger los datos necesarios para la resolución de problemas propuestos, hemos utilizado para la observación de aula, una parrilla de observación y un diario para detectar el modelo didáctico de la profesora, un pretest y un postest para evaluar las evoluciones de las ideas previas de los alumnos y los aprendizajes adquiridos por estos, y un test medidor de sus emociones frente al aprendizaje de las ciencias naturales.

Tras la recogida de datos, pasamos al análisis e interpretación de éstos que realizaremos mediante el sistema de categorías establecido previamente, obteniendo así las conclusiones de este trabajo y ratificando o no las hipótesis propuestas.

Instrumentos de recogida y análisis de datos

Parrilla y diario de observación

La parrilla de observación que utilizamos está elaborada basándonos en un documento de Cañal (2010), denominado por este autor como “Formulario del estudiante para caracterizar la enseñanza relativa al medio natural y social que desarrolla el profesor en su aula”. De las 21 categorías que consta el documento original nosotros sólo vamos a utilizar 6 y estas son:

- I. ¿Qué función y relevancia da a los conocimientos previos del alumno en el aprendizaje?
- II. ¿Qué recursos y materiales emplea en la enseñanza?
- III. ¿Qué tipo de contenidos considera relevantes?
- IV. ¿Cómo organiza y secuencia los contenidos?
- V. ¿Qué tipo de actividades pone en práctica el profesor?
- VI. ¿Qué tipo de actividades y tareas propone a sus alumnos?

A cada una de estas categorías vienen asignados una serie de indicadores que son posibles respuestas a las preguntas formuladas.

El diario de observación se realiza durante nuestra observación de aula, y tiene como objetivo la triangulación de los datos recogidos en la parrilla, y está centrado fundamentalmente en las actividades que llevan a cabo tanto la profesora como el alumnado, tal y como propone Cañal (2000).

Para el análisis de los datos recogidos en la parrilla y el diario de observación y con el fin de describir el modelo didáctico de la profesora en términos de metodología, hemos

utilizado un sistema de seis categorías coincidentes con las contempladas en la parrilla de observación y descritas anteriormente.

Cada una de las categorías posee tres indicadores que corresponden respectivamente a cada uno de los tres niveles o dimensiones que conforman nuestra hipótesis de progresión, elaborada para la definición del modelo didáctico de la profesora. Las dimensiones las hemos denominado, por orden creciente de complejidad, técnica, práctica y crítica, considerándose por tanto el modelo ideal aquel coincidente con lo descrito en la dimensión crítica (Vázquez *et. al.*, 2006).

Test medidor de emociones

Este instrumento ha sido tomado de un trabajo de Mazzitelli y Aparicio (2009) y lo utilizamos para la detección de las emociones del alumnado frente al aprendizaje de las ciencias naturales. En él se plantea la cuestión “¿Cómo es el aprendizaje de las ciencias naturales?” y para recoger las respuesta del alumnado se propone una escala DSE (diferencial semántico), es decir, una serie de parejas de adjetivos bipolares, y entre los adjetivos de cada pareja existen tres rangos o valores; el valor 1 corresponde a la opción más positiva, mientras las opciones negativas corresponden al valor 3, siendo el valor 2 el que manifiesta una opinión neutral o intermedia.

El test medidor de emociones debido a su estructura y a su forma de respuesta, a través de una escala de tres valores, nos permite un análisis cuantitativo. Los datos obtenidos se presentan en términos de porcentaje realizando, por un lado una valoración general de las emociones del alumnado y clasificándolas en positivas, negativas y neutras, y por otro lado una valoración particular de cada una de las parejas de adjetivos bipolares.

Pretest y postest

El pretest y el postest son instrumentos que han sido elaborados por nosotros y que tienen como finalidad, por un lado el pretest detectar las ideas previas del alumnado acerca de sexualidad y reproducción humana antes de la implementación de la unidad didáctica sobre dicha temática, y por otro lado el postest comprobar no sólo la evolución de las ideas previas de los alumnos sino también los aprendizajes adquiridos tras el desarrollo de dicha unidad.

Tanto el pretest como el postest constan de 8 ítems, que se componen de distintas cuestiones abiertas sobre seis puntos fundamentales de la sexualidad y la reproducción humana que son:

1. Características de la reproducción sexual.
2. Anatomía de los aparatos reproductores.
3. Fisiología de la reproducción humana.
4. Cambios de la niñez a la adolescencia relacionados con reproducción y sexualidad.
5. Sexualidad y salud.
6. Relación de reproducción y sexualidad con el resto de aparatos, órganos, sistemas que conforman el cuerpo humano.

Para el análisis de los datos recogidos en el pretest y en el postest hemos elaborado dos tablas de categorías: una para el pretest y otra tabla de categorías para el postest, muy similares aunque con algunas diferencias, que presentamos en el cuadro 3.

Las subcategorías que aparecen subrayadas únicamente están contempladas en el postest por lo que sólo nos centraremos en el aprendizaje del alumnado sobre estos aspectos y no en la evolución de las ideas previas.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
1. Características de la reproducción sexual.	
2. Anatomía de los aparatos reproductores.	
3. Fisiología de la reproducción humana.	3.1. Células reproductoras.
	3.2. Lugar donde se lleva a cabo la fecundación.
	3.3. Proceso de fecundación.
	3.4. Definición de la fecundación.
	3.5. Origen de la sangre de la menstruación.
	3.6. Ciclo ovárico y ciclo menstrual.
4. Cambios de la niñez a la adolescencia relacionados con reproducción y sexualidad.	
5. Sexualidad y salud.	5.1. Hábitos saludables.
	5.2. Respeto hacia distintas opciones sexuales.
	5.3. Acciones en caso de embarazo no deseado.
6. Relación de reproducción y sexualidad con el resto de aparatos, órganos y sistemas.	
CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
1. Características de la reproducción sexual.	
2. Anatomía de los aparatos reproductores.	
3. Fisiología de la reproducción humana.	3.1. Células reproductoras.
	3.2. Lugar donde se lleva a cabo la fecundación.
	3.3. Proceso de fecundación.
	3.4. Definición de la fecundación.
	3.5. Origen de la sangre de la menstruación.
	3.6. Ciclo ovárico y ciclo menstrual.
4. Cambios de la niñez a la adolescencia relacionados con reproducción y sexualidad.	
5. Sexualidad y salud.	5.1. Hábitos saludables.
	5.2. Respeto hacia distintas opciones sexuales.
	5.3. Acciones en caso de embarazo no deseado.
6. Relación de reproducción y sexualidad con el resto de aparatos, órganos y sistemas.	

Cuadro3. Categorías para el análisis del pretest/posttest

A cada una de estas categorías y subcategorías asignamos 4 indicadores, numerados del 1 al 4, que describen las posibles respuestas dadas por el alumnado a las cuestiones formuladas en el pretest y en el postest relacionadas con dichas categorías. Los 4 indicadores de cada una de las categorías y/o subcategorías están formulados en forma de hipótesis de progresión, y cada uno de ellos corresponde a una dimensión:

1. No sabe/ no contesta: el alumnado no contesta a las cuestiones formuladas y por tanto interpretamos que no existe conocimiento.
2. Conocimiento erróneo o confuso: las respuestas del alumnado no son correctas o son contradictorias y por tanto esto denota que posee una idea confusa o errónea de los contenidos abordados.
3. Conocimiento descriptivo: la respuesta del alumnado es incompleta y por tanto consideramos que posee un conocimiento básico y únicamente descriptivo de los contenidos tratados.
4. Conocimiento interpretativo: la respuesta del alumnado es completa y denota un conocimiento profundo de la materia. El alumnado no sólo es capaz de describir conceptos, sino también de interpretarlos.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El modelo didáctico personal de la profesora

En la Tabla 1 hacemos un resumen de todas las categorías, donde se observa claramente una mayor correspondencia con la dimensión técnica, aunque con cierto rasgo pertenecientes a dimensión práctica en las categorías referentes a las ideas previas, a los tipos de actividades que pone en práctica y a las que propone a los alumnos.

CATEGORÍAS	DIMENSIONES		
	Técnica	Práctica	Crítica
1. Ideas Previas	X	X	
2. Recursos y materiales que utiliza	X		
3. Tipos de contenidos relevantes	X		
4. Organización y secuenciación	X		
5. Tipos de actividades que pone en práctica	X	X	
6. Tipos de actividades que propone al alumnado	X	X	

Tabla 1. Resumen de la relación categorías y dimensiones.

Tras el análisis de los datos recogidos con la parrilla y el diario de observación deducimos que la profesora sólo tiene en cuenta las ideas previas relativas a algunos contenidos, utiliza como recursos y materiales únicamente la pizarra y el libro de texto, da una clara relevancia a los contenidos conceptuales, y éstos los organiza y secuencia siguiendo lo propuesto por el libro. La actividad más realizada por la docente es la exposición de contenidos de forma dialogada y no dialogada, y las actividades que propone al alumnado son fundamentalmente de memorización de contenidos y reproducción de los mismos.

Las emociones del alumnado frente al aprendizaje de las ciencias naturales

Para el análisis de los datos recogidos en este instrumento hemos realizado un estudio de frecuencias de las respuestas dadas por el alumnado, el cual presentamos a continuación a través de gráficas de barras apiladas.

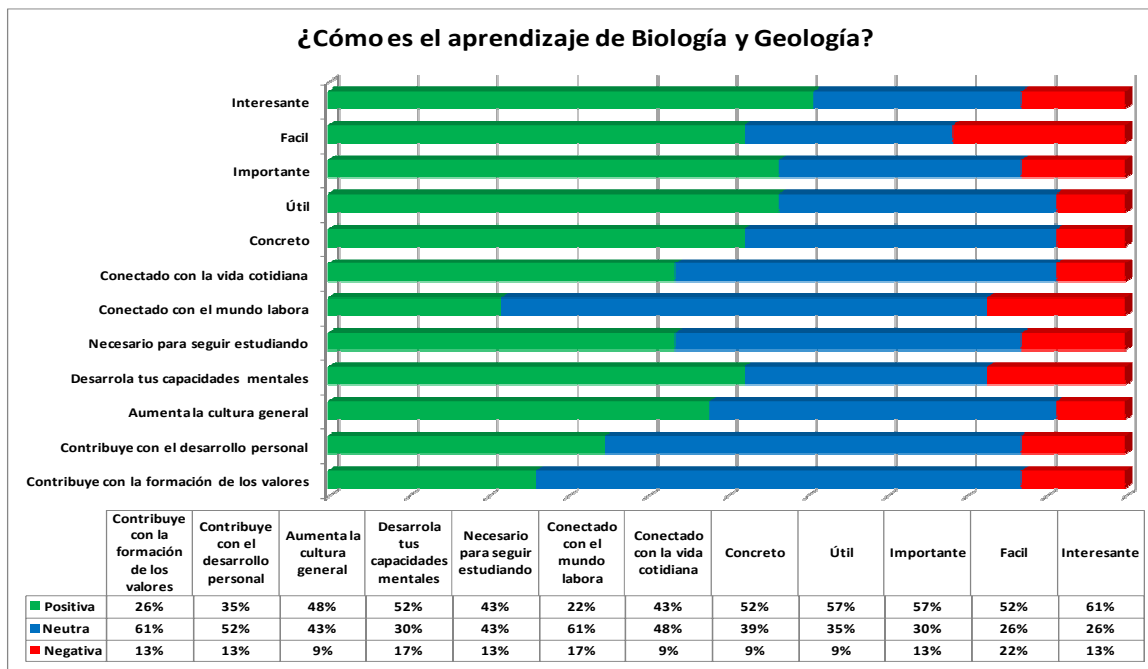


Figura 1. Parejas de adjetivos bipolares

Según los datos obtenidos podemos diagnosticar que el alumnado posee en general emociones positivas frente al aprendizaje de las ciencias naturales considerándolo interesante, fácil y concreto y reconociendo que desarrolla las capacidades mentales y aumenta la cultura general; presentando indiferencia o duda frente a su conexión con el mundo laboral, con la formación de valores, y con la vida cotidiana, y frente a su contribución al desarrollo personal. En cuanto a su necesidad para seguir estudiando hay división de opiniones entre la respuesta afirmativa y la respuesta neutra.

El conocimiento del alumnado sobre sexualidad y reproducción humana

El análisis de los datos recogidos en el pretest y el postest lo realizamos mediante un análisis comparativo de frecuencias de las respuestas del alumnado con respecto a las distintas categorías establecidas. El cálculo de porcentajes de las distintas opciones de respuesta tanto en el pretest como en el postest viene representado en la figura 2.

Según los resultados obtenidos con respecto a la primera categoría, *características de la reproducción sexual*, obtenemos que existe un leve avance del conocimiento del alumnado del postest con respecto al pretest, aunque el 35% del alumnado sigue teniendo un conocimiento erróneo y sólo el 17% logran un conocimiento interpretativo.

En la categoría 2, *anatomía de los aparatos reproductores*, hay un descenso de alumnado que presenta un conocimiento erróneo, aunque hay que considerar el 11% que no contesta en el postest, y aparece un 26% de alumnado que posee un conocimiento interpretativo en el postest ausente en el pretest.

La categoría 3, *fisiología de los aparatos reproductores*, se divide en 4 subcategorías en el pretest y 6 en el postest. En general, el conocimiento del alumnado sobre fisiología en el pretest es fundamentalmente erróneo o confuso, ganando algo de terreno en el postest el conocimiento descriptivo sobre la temática; y sólo se consigue un avance hacia el conocimiento deseable en la subcategoría que hace referencia al *lugar donde se lleva a cabo la fecundación*.

Con respecto a las *células reproductoras*, tanto en el pretest como en el postest se refleja que no existe ningún alumno que posea un conocimiento interpretativo, pero existe un avance muy considerable del conocimiento del alumnado en el pretest y en el postest, desde lo erróneo a lo descriptivo. Aún así existen todavía un porcentaje alto de alumnos con un conocimiento erróneo o confuso.

Destacan los resultados con respecto al *proceso de fecundación* que revelan que ninguno de los alumnos es capaz de interpretar correctamente este proceso.

Además de la evolución de ideas previas, en el postest hemos detectado el conocimiento del alumnado sobre el *ciclo ovárico y menstrual*, y sobre la *definición de fecundación*. Con respecto al primer aspecto los resultados son bastante negativos ya que observamos que la mayoría no son capaces ni de definirlos, sólo el 4% lo hace, y ningún alumno es capaz de interpretarlos. Con respecto al concepto de fecundación los resultados son más optimistas existiendo un 100% de alumnado con conocimiento descriptivo.

Son llamativos también los resultados obtenidos con respecto a los conocimientos del alumnado sobre la *menstruación* porque son muy negativos, ya que aunque existe un leve aumento en el postest con respecto al pretest del alumnado que posee un conocimiento descriptivo sobre lo cuestionado (9%), hay un 74% que tras el desarrollo de la unidad no conoce de dónde procede la sangre de la menstruación.

Los resultados más positivos son los obtenidos en relación al conocimiento de *los cambios relacionados con la sexualidad y la reproducción humana de la niñez a la adolescencia*. Aún así la mayoría no hace referencia a los cambios psíquicos, obviando el aspecto social y emocional de la sexualidad.

La categoría de *sexualidad y salud* se divide en tres subcategorías. En general los resultados referentes a los conocimientos sobre sexualidad y salud del alumnado tampoco resultan demasiado positivos existiendo un 45% del alumnado que no conoce o que tiene un conocimiento erróneo sobre la temática.

Los datos obtenidos con respecto al conocimiento del alumnado sobre la subcategoría *hábitos saludables* son muy similares tanto en pretest y en postest, y muestran que alrededor de un 34% del alumnado presenta un conocimiento erróneo sobre esta subcategoría frente al 4% que tiene un conocimiento interpretativo.

Los conocimientos sobre *el respeto a las distintas opciones sexuales* perteneciente a la categoría de sexualidad y salud, no sólo no evolucionan sino que se produce retroceso aumentando el porcentaje de conocimiento erróneo. También destaca el alto índice de alumnado que no contesta a las cuestiones relativas a esta subcategoría.

En cuanto a la subcategoría 3, *acciones en caso de embarazo no deseado*, sí se produce un aumento considerable del conocimiento interpretativo del alumnado sobre esta temática del pretest al postest, disminuyendo el conocimiento erróneo o confuso.

Son también muy pesimistas los resultados con respecto a la *relación de sexualidad y reproducción con el resto de órganos, aparatos y sistemas*, ya que tras el desarrollo de la unidad, un 87% del alumnado no relaciona la función reproductiva con el resto del cuerpo humano.

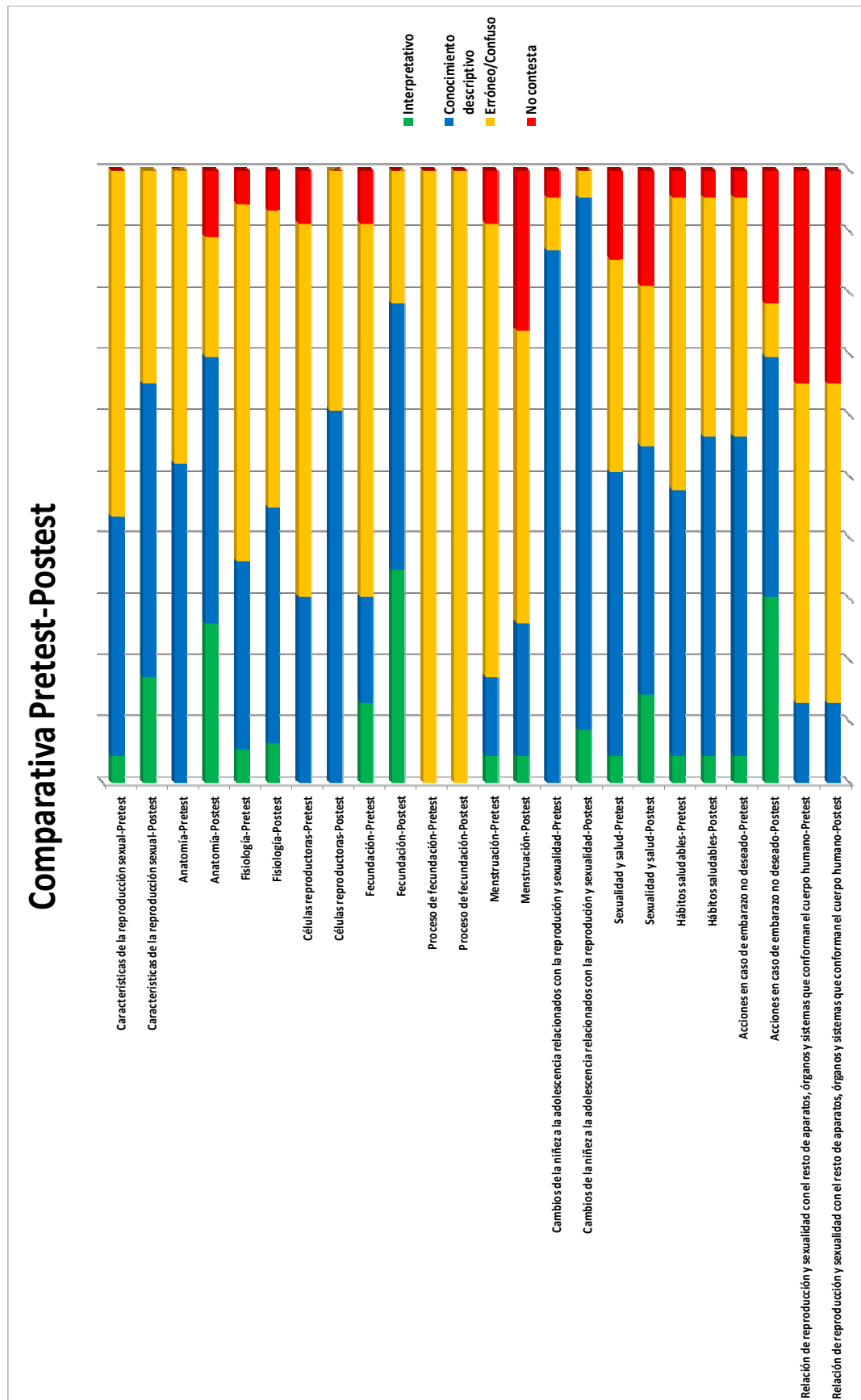


Figura 2. Comparativa pretest / postest..

CONCLUSIONES

Conclusiones del estudio

Tal y como proponíamos en los objetivos de este trabajo, tras la recogida y análisis de datos hemos caracterizado el modelo personal de la profesora centrándonos en la metodología que utiliza, han sido detectadas las ideas previas del alumnado sobre sexualidad y se ha evaluado su evolución y la adquisición de nuevos aprendizajes por parte del alumnado, y también hemos conocido sus emociones frente al aprendizaje de las ciencias naturales, respondiendo así a los problemas planteados y comprobando las hipótesis establecidas, ambos aspectos descritos anteriormente.

Podemos entonces afirmar que la hipótesis dictada para el problema 1 es coincidente con las conclusiones obtenidas en nuestra investigación. La hipótesis correspondiente al problema 2 no coincide totalmente con datos obtenidos ya que confiábamos en obtener una evolución considerable en los conocimientos de aspectos conceptuales, sin embargo el avance es muy leve y no en todos los aspectos esperados. La hipótesis referente al problema 3 sólo es coincidente con la afirmación de que el alumnado reconoce la utilidad de las ciencias naturales, y por tanto en este punto, nuestra investigación contradice no sólo la hipótesis formulada sino también a trabajos citados en nuestra fundamentación como el de Solbes(2011).

En definitiva, hemos diagnosticado que las emociones del alumnado frente al aprendizaje de las ciencias de la naturaleza son, en general, muy positivas y observamos que los adjetivos más valorados son la importancia, la utilidad, la facilidad, lo concreto, el desarrollo de las capacidades mentales, y el aumento de la cultura general. Sin embargo, llama la atención que en las emociones neutras con mayores porcentajes están asociadas a la conexión y desconexión con la formación de valores, con el mundo laboral y con la vida cotidiana, y la contribución o no al desarrollo personal. Si observamos las categorías consideradas en la descripción del modelo didáctico personal de la profesora comprobamos que la profesora no aprovecha aspectos concretos del medio en que se desenvuelve el alumnado como fuente de recursos, y tampoco propone actividades que conecten la materia con el mundo que nos rodea. En cuanto la emoción neutra del alumnado frente a la conexión o desconexión de las ciencias naturales con el desarrollo personal, podría tener cierta relación con la importancia concedida a los contenidos actitudinales por la profesora, prácticamente nula en nuestro caso.

Las emociones positivas del alumnado participante en la presente investigación nos muestra la existencia de una predisposición al aprendizaje de las ciencias. Sin embargo los resultados obtenidos respecto al desarrollo de las ideas previas del alumnado y sus aprendizajes sobre sexualidad y reproducción humana no son precisamente positivos

Entre los datos obtenidos del análisis del pretest y del posttest existe un alto porcentaje de alumnado que permanece con un conocimiento erróneo o confuso respecto a los distintos aspectos estudiados, tras el desarrollo de la unidad didáctica sobre sexualidad y reproducción humana.

Destacan los resultados con respecto al proceso de fecundación que revelan que ninguno de los alumnos es capaz de interpretar correctamente este proceso. Sin embargo el 100% define este proceso aunque desde un conocimiento puramente descriptivo. Estos resultados con respecto al conocimiento del alumnado podrían asociarse a la concesión de la profesora de una mayor relevancia a los contenidos conceptuales que a los procedimentales. Aunque con relación a este punto llama también la atención los conocimientos del alumnado sobre el ciclo ovárico y menstrual, donde observamos que

la mayoría no son capaces ni de definirlos, sólo el 4% lo hace, y ningún alumno es capaz de interpretarlos.

Son sugerentes asimismo los resultados referentes a los conocimientos del alumnado sobre la menstruación ya que existe un 74% de alumnado que tras el desarrollo de la unidad no conoce de donde procede la sangre de la menstruación. Este dato podría tener cierta relación con la no identificación de sus ideas previas con respecto a este aspecto y con las actividades realizadas por la profesora y planteadas a los alumnos consistentes fundamentalmente en la exposición a veces dialogada de los contenidos y en la memorización y reproducción de éstos, sin dar lugar a la reflexión y comprensión de los aspectos tratados.

Consideramos también poco adecuados los resultados con respecto a la relación existente entre sexualidad y reproducción y el resto de órganos, aparatos y sistemas además del reproductor. Esto consideramos que podría estar íntimamente vinculado a la secuenciación y organización de los contenidos, ya que la profesora no establece vínculos entre los distintos aspectos tratados y plantea la temática de forma acumulativa a través de epígrafes aislados.

En cuanto a los conocimientos sobre sexualidad y salud del alumnado tampoco resultan demasiado positivos existiendo un 45% del alumnado que no conoce o que tiene un conocimiento erróneo sobre la temática. Puede existir algún vínculo entre estos resultados y la poca importancia que concede la profesora a las actitudes.

Los resultados más positivos son los obtenidos con respecto al conocimiento de los cambios relacionados con la sexualidad y la reproducción humana de la niñez a la adolescencia. Precisamente en el aprendizaje de este aspecto tiene un papel bastante considerable la experiencia del alumnado que ya ha sufrido esos cambios. Aún así la mayoría no hace referencia a los cambios psíquicos, obviando el aspecto social y emocional de la sexualidad.

En definitiva, nos encontramos ante un alumnado con emociones positivas hacia el aprendizaje de las ciencias naturales, que tras la implementación de la unidad didáctica por una profesora enmarcada en la dimensión técnica con matices de la práctica y con una metodología con rasgos no coincidentes con los considerados como ideales desde la comunidad científica, que no tiene en cuenta los mecanismos del aprendizaje del alumnado ni los obstáculos que éstos pueden encontrar referidos en el marco teórico; obtienen unos aprendizajes sobre sexualidad y reproducción humana muy escasos y muy alejados de los objetivos y las finalidades de la educación a las que hacíamos referencia nuestro marco teórico.

Nuevas perspectivas del trabajo

Consideramos que esta investigación revela la precaria situación de la enseñanza en un contexto escolar determinado, y aunque sabemos que estos resultados no son generalizables, sí pensamos que son extrapolables a contextos similares y que puede servir como base de reflexión a algunos docentes e investigadores. Además en busca de respuestas y soluciones a estos hallazgos nos planteamos un futuro trabajo que consistirá en el diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica sobre sexualidad y reproducción humana para el que tendremos en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos de la enseñanza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- Acevedo, J.A. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301.
- Astolfi, J.P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 206-216.
- Banet, E. (2007a). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 5-20.
- Banet, E. (2007b). Nuevas enseñanzas mínimas para las ciencias de la naturaleza (biología y geología) en la ESO: ¿una reforma necesaria? *Alambique*, 53, 77-94.
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla
- Cañal, P.; Porlán, R. y García, J.E. (1988). Ideas previas de los alumnos: Ciencias de la Naturaleza. En Sastre, G. y Moreno, M. (Dirs.). *Enciclopedia Práctica de Pedagogía*. Barcelona: Planeta, vol. 1.
- Cañal, P. (2000). El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. En J. Perales y P. Cañal (coords). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil. Alcoy.
- Dewey, J. (1963). *Interest and effort in Education*. Boston: Riverside Press.
- Feito, R. (2008). ¿Qué pasa en la secundaria? *Claves de razón práctica*, 188, 72-77.
- García Barros, S. y Martínez Losada (2006). La reproducción: responsable de promover diferencias en la semejanza. *Padres y Maestros*, 303, 23-27.
- Gil Pérez, D y Vilches, A (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica. Mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 31-53.
- Jiménez Hernández, M.E. y Macotela, S. (2008) Una escala para evaluar la motivación de los niños hacia el aprendizaje en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 13(37), 599-623.
- Jiménez Pérez, J. y Wamba, A.M. (2004). ¿Podemos construir un modelo de referencia del profesor que sirva de referencia para la formación de profesores en didáctica de las ciencias experimentales? *Revista de currículo y formación del profesorado*, 8(1), 1-16.
- López, F. (2005). *La educación sexual*. Biblioteca nueva. Madrid.
- Junta de Andalucía (2007). Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de educación de Andalucía. (BOJA, 26 de diciembre de 2007).
- Mazzitelli, C. A. y Aparicio, M. T. (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 193-213, www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART11_Vol8_N1.pdf
- Marco-Stiefel, B. (2000). La alfabetización científica. En F.J. Perales y P.Cañal (eds.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil, 141-164.

- MEC (2006). Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (BOE, 4 de mayo de 2006).
- MEC (2007). Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE, 5 de enero de 2007).
- Pellejero Goñi y Torres Iglesias, B. (2011). La educación de la sexualidad. El sexo y el género en los libros de texto de Educación Primaria. *Revista de Educación*, 354, 399-427.
- Pérez Gómez, A.I. (1993). La interacción teoría-práctica en la formación del docente. En *Las Didácticas específicas en la formación del profesorado (I)*. Tórculo. Santiago de Compostela.
- Porlán, R. Ribero, A. y Martín del Pozo, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia su enseñanza y aprendizaje. En *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Pozo, J. I. (1993). Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza. ¿Concepciones alternativas? *Enseñanza y aprendizaje* 63-63, 187-204.
- Pintrich, P.R. y Schunk, D.H. (1996) Motivation in Education. Theory Research and Application. *Englewood Cliffs*, NJ: Merrill Prentice Hall
- Rocard, M. (2007). Science Education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe. European Communities: Belgium. Resumen. *Alambique* 55: 104-117.
- 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.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Didáctica de las ciencias experimentales*, 67, 53-61.
- Toribio Aranda, M. M., Ocaña Moral, M.T., Quijano López, R. y Muñoz Valiente, L. (2010). ¿Están motivados los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria para aprender Ciencias? Un estudio del IES Puerta de la Sierra. XXIV. *Encuentro de didáctica de las ciencias experimentales Baeza (Jaén)*. 83: 336-342.
- Vázquez, B., Jiménez Pérez R. y Mellado V. (2006). La Hipótesis de la Complejidad como integración reflexión-práctica. *Actas de XXII Encuentros Nacionales de Didácticas de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Zaragoza.

Identificación de ideas previas sobre los conceptos de individuo, población y especie en el alumnado de secundaria.

Autora: María Carmen Romero López

Directora: Pilar Jiménez Tejada

Universidad de Granada, (pjtejada@ugr.es)

RESUMEN

La Teoría evolutiva es uno de los pilares de la biología, esencial para que alumno comprenda la existencia de cuanto lo rodea. Un aspecto a tener en cuenta, para mejorar la comprensión de la misma, sería preguntarnos si los obstáculos que aparecen durante el aprendizaje de la evolución que presentan los alumnos están relacionados con las dificultades en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de individuo, población y especie. En el presente trabajo, mediante un test ya validado, hemos observado cómo la mayoría de los alumnos de los dos centros estudiados tienen una tendencia generalizada a relacionar los tres términos con la actividad humana. Esta tendencia fue más marcada en el primer ciclo de la E.S.O. y en 1º Bachillerato de Humanidades posiblemente influenciadas en este último caso por asignaturas relacionadas con la especialidad, además del uso de dichos términos en el lenguaje cotidiano.

Palabras clave

Ideas previas, individuo, población, especie, secundaria

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, numerosos trabajos han mostrado como los alumnos poseen conocimientos o ideas preestablecidas sobre diversos temas, denominadas ideas previas, preconcepciones, ciencia del alumno, etc. (Ayuso y Banet, 1998; Flores et al, 2002; Trinidad-Velasco y Garritz, 2003; Bello, 2004; Treagust, 2011; Punteer et al, 2011) y que surgen como necesidad de los alumnos para comprender su entorno, dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, basándose sobre todo en experiencias cotidianas (Preece, 1984; Bello y Valdez, 2002; Bello 2004). Los trabajos surgidos de la investigación de estas ideas previas han suministrado una información valiosa sobre las dificultades que experimentan los estudiantes en el aprendizaje de conceptos científicos (Jiménez y Fernández, 1989). Una de las características que dificultan que los alumnos cambien esos errores conceptuales hacia las ideas aceptadas por la comunidad científica, y conseguir así una correcta comprensión de las ciencias, es que resultan difíciles de cambiar y, a pesar de la instrucción escolar, persisten en muchos casos hasta la edad adulta.

La gran relación existente entre las ideas que mantienen los profesores de ciencias y las que desarrollan los alumnos (Rampal, 1992, Gil, 1994; Gustafson y Rowell, 1995; Gil et al, 1994) muestra que parte del origen de esas ideas previas sea influenciado, de manera

explícita o implícita, por el profesor en la transmisión del conocimiento científico de las clases teóricas, su organización, métodos de enseñanza, resolución de problemas, etc. (Linder, 1992; Meichtry, 1993). Por tanto, los profesores deben ser conscientes de que es responsabilidad de los educadores conocer las ideas previas que tienen los alumnos y aprovechar la actitud positiva de los alumnos hacia las ciencias y a su aprendizaje (Mazzitelli y Aparicio 2009) para identificarlas y modificarlas.

Un aspecto a tener en cuenta, para mejorar la comprensión de la teoría de la Evolución, sería preguntarnos si los obstáculos que aparecen durante el aprendizaje de la evolución que presentan los alumnos están relacionadas con las dificultades en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de individuo, población y especie, conceptos básicos sobre los cuales poco se ha investigado pero mucho se ha discutido (Develay y Ginsburger-Vogel, 1986 y Berzal de Pedrazzini y Barberá, 1993, Jiménez-Tejada, 2009). En el presente trabajo buscamos mediante la utilización de un test ya validado, conocer las dificultades en el aprendizaje de dichos conceptos y su aplicación en casos prácticos, en estudiantes de educación secundaria de dos centros próximos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

En el estudio han participado 318 estudiantes de dos centros educativos de la provincia de Granada, 217 de E.S.O y 101 de 1º Bachillerato.

Metodología

Para la obtención de ideas alternativas se ha utilizado un test validado y utilizado previamente por Berzal de Pedrazzini (2001) y Jiménez-Tejada (2009), pero modificado para el nivel en el que vamos a trabajar (**Anexo 1**). La prueba consta de dos preguntas de tipo abierto en las que el alumnado debe diferenciar entre los conceptos de:

- a) individuo y población
- b) población y especie.

Se establecieron varias categorías para las respuestas de los alumnos, siguiendo las ya descritas por Berzal de Pedrazzini (2001) y modificadas posteriormente por Jiménez-Tejada (2009) (**Anexo 2**). A continuación se ordenaron las respuestas asignándoles un número, el de menor valor para la ausencia de respuesta, respuestas incoherentes o disparatadas, y el mayor a la más adecuada. Finalmente, para valorar la percepción del grado de dificultad de la prueba, a la hora de realizar el cuestionario, se le pidió al alumnado participante que indicara entre 3 valores (difícil, normal y fácil) cómo les había resultado el cuestionario.

Estudio estadístico

Para averiguar el porcentaje de respuestas recibidas por categoría y curso se ha realizado un análisis de distribución de frecuencias. Puesto que no ha sido posible agrupar categorías para disminuir el efecto de celdillas vacías (pooling procedure) Zar (1996) no se ha realizado análisis estadístico para evaluar las diferencias por curso. Para comprobar el grado de correlación entre variables ordinales con datos apareados se ha utilizado la correlación de rangos de Spearman. Para estos análisis se ha utilizado el programa informático JMP 7. Para conocer si existe relación entre el grado de dificultad percibido por el alumnado y sus respuestas se le dio un valor numérico a cada grado de

dificultad (3=Fácil, 2=Normal, 1=Difícil) y posteriormente se realizó un análisis de correlación no paramétrica de Spearman.

RESULTADOS

Diferencias entre individuo y población

La mayoría de estudiantes de todos los niveles relacionan los términos de individuo y población con los humanos, no existiendo respuestas de categorías superiores en el alumnado del primer ciclo de la E.S.O (Tabla 1). En 1º Bachillerato, el número de respuestas antropomórficas (Nivel 1) fue superior para la especialidad de letras que de ciencias. Llama la atención que el número de respuestas incoherentes o disparatadas (Nivel 0) haya sido mayor en el grupo de ciencias.

Grupo	Nivel	0	1	2	3	4	n
1^{er} Ciclo		20'6	67'4	12'0	0	0	175
3º E.S.O.		8'7	43'5	47'8	0	0	23
4º E.S.O.		15'8	47'4	26'3	5'3	5'3	19
1º Bachillerato ciencias		21'74	17'4	47'8	13'0	0	23
1º Bachillerato letras		14'1	74,4	7,7	0	3'8	78
Total		17'9	62'6	17'0	1'3	1'3	318

Tabla 1. Porcentaje de respuestas obtenidas para cada uno de los niveles en función de los diferentes grupos siendo *n* el número total de respuestas por grupo.

Diferencias entre población y especie.

En este apartado hay un gran número de estudiantes que no saben responder o que no lo hacen adecuadamente, independientemente del curso en el que se encuentran. Solo en el grupo de 1º Bachillerato de ciencias se obtiene el mismo porcentaje de respuestas en la categoría 3 (Tabla 2). Los alumnos de 1º Bachillerato de letras y 3º E.S.O. son los que tienen una mayor visión antropomórfica del concepto de especie y población. Curiosamente los grupos del primer ciclo, aunque en porcentajes muy bajos, son los únicos que indican que la especie está integrada por varias poblaciones con o sin mención de reproducción. A su vez contienen respuestas de nivel 5 junto con los alumnos de 1º Bachillerato de ciencias cuyo valor es superior.

Grupo	Nivel	0	1	2	3	4	5	n
1^{er} Ciclo		45'7	20'0	0'6	28'6	2'3	2'9	175
3º E.S.O.		60'9	30'4	8'7	0	0	0	23
4º E.S.O.		52'7	10'5	5'3	31'6	0	0	19
1º Bachillerato ciencias		34'8	13'0	4'4	34'8	0	13'0	23
1º Bachillerato letras		42'3	38'5	0	19'2	0	0	78
Total		45'6	24'2	1'6	24'8	1'7	2'5	318

Tabla 2. Porcentaje de respuestas obtenidas para cada uno de los niveles en función de los diferentes grupos, siendo *n* el número total de respuestas por grupo.

Correlación entre el grado de dificultad de la prueba y las respuestas dadas por cada estudiante.

Los resultados obtenidos en los dos centros mostraron que a 177 estudiantes les resultó difícil la prueba, a 86 les resultó normal y a 52 fácil. Teniendo en cuenta estos datos, el estudio estadístico no mostró correlación entre el grado de dificultad y las categorías de las respuestas dadas por los alumnos en las dos preguntas ($\rho=0'090$, $n=318$, $p=0'1077$ y $\rho=0'090$, $n=318$, $p=0'1077$ para el apartado a y el apartado b respectivamente).

La percepción de la dificultad de la prueba fue distinta entre el alumnado de los dos centros, obteniéndose diferencias significativas ($\chi^2=19'192$, $g.l.=2$, $p<0'001$). A más de la mitad de los alumnos del Centro 1, les resultaron difíciles las preguntas de los cuestionarios. Aunque el número de estudiantes que contestaron que la prueba era fácil fue mayor en el Centro 2, los datos obtenidos para el grado de dificultad normal son similares en ambos (Tabla 3).

Centro	Dificultad	Difícil	Normal	Fácil	n
Centro 1		66'7	24'5	8'8	159
Centro 2		45'5	30'1	24'4	156
Total		56'2	27'3	16'5	315

Tabla 3. Porcentaje del grado de dificultad percibido por los alumnos de cada centro, siendo n el número total de respuestas por centro escolar.

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

La pregunta en la que hay que diferenciar individuo y población es la más propensa a verse influenciada por una visión antropocéntrica. En los resultados se puede apreciar que en las respuestas del alumnado hay una tendencia generalizada a relacionar la pregunta con la actividad humana. Este hecho es bastante común y coincide con otros trabajos previos (Jiménez-Tejada, 2009; Sánchez-Cañete y Pontes, 2010). Esta tendencia fue más marcada en el primer ciclo de la E.S.O. y en 1º Bachillerato de Humanidades. Es posible que en este último caso también las respuestas estuvieran influidas por asignaturas como la filosofía o geografía, además del uso de dichos términos en el lenguaje cotidiano. En el caso de los ciclos superiores los porcentajes más bajos en la categoría 1 se dan en el grupo de 1º Bachillerato de Ciencias, probablemente se deba a la influencia de la instrucción. El haber cursado asignaturas de ciencias o letras, puede condicionar lo que el alumnado posteriormente recuerda (Jiménez Tejada, 2009).

La influencia de la experiencia cotidiana también se ha apreciado en las respuestas. Por ejemplo, definir individuo como “una persona desconocida” puede deberse en parte al uso cotidiano que se hace de dicha palabra. Esta influencia podría dificultar el cambio conceptual haciendo difícil erradicar estas ideas antropocéntricas. Estos datos coinciden con los trabajos anteriores de Jiménez-Tejada (2009) y Sánchez-Cañete y Pontes (2010), donde también los alumnos tienden a relacionar los conceptos de individuo y población con los humanos.

La mayor dificultad de los alumnos parece surgir en el momento de diferenciar población y especie, independientemente del curso en el que se encuentran, porque aumenta considerablemente el número de respuestas incluidas en la categoría 0.

Por las respuestas dadas a esta pregunta, creemos que es muy posible que el alumnado no conozca bien el significado de especie, especialmente en 1º y 2º E.S.O. Sin embargo, es en estos cursos, junto al bachillerato de ciencias, donde hay algunas respuestas en las categorías más altas, lo que puede ser explicado porque se incluyen en los contenidos del curriculum oficial. A pesar de todo, el número de respuestas en estas categorías es escaso. Podrían ser dos las causas de dichos resultados: la influencia del lenguaje cotidiano y la metodología empleada para la enseñanza-aprendizaje de ambos términos.

En esta pregunta también se observa la influencia del antropocentrismo aunque también hay respuestas en las que se pone de manifiesto el pensamiento tipológico. Ese tipo de respuestas puede estar influido en gran medida por el uso coloquial que se hace de la palabra especie (Jiménez-Tejada, 2009). Coincidimos con esta autora en que esto dificultaría el cambio conceptual en el alumnado puesto que dicho pensamiento es muy frecuente incluso entre alumnado universitario de la licenciatura de biología (Jiménez-Tejada, 2009).

Los grupos de Bachillerato de letras y 3º E.S.O., son los que tienen una mayor visión antropocéntrica del concepto de especie y población. Posiblemente para el alumnado de 3º E.S.O., la explicación se encuentre en que los contenidos que se trabajan a este nivel en las asignaturas de biología-geología, mayoritariamente están relacionados con las tres funciones vitales de la especie humana. Los resultados para el alumnado de 1º Bachillerato de letras se podrían justificar por dos motivos: el último curso en el que vieron contenidos de biología fue en 3º E.S.O., aplicados como ya se ha dicho al ser humano, y por otro lado, los contenidos de asignaturas de humanidades y sociales pueden influir en esa visión antropocéntrica de los conceptos.

Respecto a la dificultad del cuestionario percibida por el alumnado, las personas que opinaron que es fácil no contestaron mejor o peor que las que opinaron que la prueba fue difícil. Al ser una encuesta anónima y no suponer un riesgo para la calificación final, si encontraban alguna dificultad para responder, sencillamente no lo hacían o contestaban cualquier cosa. Aquellos que pensaban que era fácil, podían pensarlo así porque estaban seguros de sus respuestas, independientemente de que fuesen o no correctas. Sin embargo, los que contestaron que la prueba fue difícil, es muy probable que respondieran cualquier cosa para terminar pronto. Para algunos las respuestas eran similares a las que se hacen con frecuencia en clase, es por ello que consideraron que la prueba fue normal, así si había alguna dificultad, podían no contestar o hacerlo de manera aleatoria, sin pensar.

En general los alumnos tienen una visión de los tres conceptos muy antropocéntrica, relacionándola en muchos casos con la definición que se da en el lenguaje cotidiano, y que no es del todo errónea ya que coincide con la definición de la Real Academia Española, pero que lógicamente no están relacionadas con la biología. Partiendo de estos hechos es recomendable que el profesorado busque alternativas para facilitar el cambio de esa visión tan patente entre el alumnado. Esta tarea no debe recaer únicamente entre el profesorado de ciencias sino que ha de compartirse con otras disciplinas como las matemáticas o la geografía. Jiménez Tejada et al. (2009) apuntan algunas sugerencias de colaboración desde ambas asignaturas para mejorar la enseñanza del concepto de población. Así, se sugiere el interés de incluir con más frecuencia entre los ejemplos y ejercicios de estadística, poblaciones de otras especies diferentes a la humana. Otra posibilidad, válida tanto para biología como para sociales, es incluir gráficas de pirámides de población del ser humano al lado de las de otras especies. Esto permitiría la comparación de diferentes especies y también ayudaría a considerar al ser humano como otro animal más.

Dado que el papel del docente es fundamental para contribuir al cambio conceptual de sus alumnos, sería conveniente que percibiera la necesidad de estar formándose continuamente a lo largo de los años, y de participar en investigaciones educativas para así mejorar y enriquecer su metodología. Las diferentes metodologías utilizadas por los profesores y los libros de texto utilizados como apoyo podrían explicar las diferencias significativas encontradas en la apreciación de la dificultad del test entre los dos centros de estudio.

Los libros de texto utilizados durante el desarrollo de la asignatura, pueden jugar un papel importante en la comprensión de estos conceptos. Merino (2011) analizó en los libros de secundaria la definición de los tres conceptos y las imágenes que llevaban asociados, observando que no aparecían definidos en temas con los que se relacionaban como el de evolución, el de taxonomía, el de genética o el de ecología. Además, no era usual encontrarlos asociados a una imagen o ésta era con frecuencia inadecuada, lo que podría dificultar su comprensión. La visión tipológica estaba favorecida por imágenes de especies en las que aparecía un único individuo, mientras que la visión antropocéntrica se reforzaba al relacionar el término especie casi en exclusivo a los humanos.

Son éstas causas suficientes para continuar trabajando los términos de individuo, población y especie a lo largo de toda la vida académica del alumno y no sólo desde la biología. La relación de dichos términos con diversas ramas de la biología puede ser un motivo de interés para transmitir al alumnado una visión menos compartida y más integradora de la biología.

No debemos desdeñar el papel del nuevo Máster de Secundaria, ya que se muestra como el foro perfecto para dar a conocer la importancia de las ideas previas del alumnado, de mostrar las ventajas e inconvenientes del uso de los libros de texto, mostrar el amplio abanico de recursos con los que se puede contar y sobre todo de fomentar la investigación. Solo de esta manera se podrá dar respuesta a las necesidades educativas actuales sin caer en el acomodamiento que supone utilizar los recursos tradicionales y las actividades que se proponen desde los libros de texto.

BIBLIOGRAFÍA

Ayuso, E. G. & Banet, E. (1998). Relaciones Genética-Evolución en la educación secundaria. Concepciones de los alumnos y actividades de enseñanza en el marco del constructivismo. *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, 2, 43-54. Murcia.

Bello S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210-217.

Bello, S., & Valdez, S. (2003). Las ideas previas en la enseñanza y aprendizaje de la Química. Comunicación presentada en III Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química, La Plata, Argentina.

Berzal de Pedrazzini, M. & Barberá, O. (1993). Ideas sobre el concepto biológico de población. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 149-159.

Berzal de Pedrazzini, M. (2001). *El concepto biológico de población y su campo conceptual en la educación secundaria*. Tesis doctoral, Universidad de Valencia, Valencia.

Develay, M., & Ginsburger-Vogel, V. (1986). Population. *Aster*, 3, 19-71.

- Flores, F. (2002). Ideas previas. Ultimo acceso el 2 Junio de 2011, desde <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>
- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.
- Gustafson, B.J., & Rowell P.M. (1995). Elementary preservice teachers constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 17, 589-605.
- Jiménez Aleixandre, M. P., & Fernández, J. (1989). ¿Han sido seleccionados o se han acostumbrado? *Infancia y aprendizaje*, 47, 67-81.
- Jiménez Tejada, M.P. (2009). *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada.
- Linder, C. (1992). Is teacher-reflected epistemology a source of conceptual difficulty in Physics? *International Journal of Science Education*, 14, 111-121.
- Mazzitelli, C.A., & Aparcio, M.T. (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 193-215.
- Meichtry, Y.J. (1993). The impact of science curricula on students' views about the nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 429-443.
- Merino, G. (2011). *Tratamiento de los conceptos de individuo, población y especie en los libros de texto de secundaria*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Granada. Granada.
- Punter, P., Ochando-Pardo, M., & Garcia, J. (2011). Spanish Secondary School Students' Notions on the Causes and Consequences of Climate Change. *International Journal of Science Education*, 33(3), 447-464.
- Rampal, A. (1992). Images of science and scientist: A study of school teachers' views I: Characteristics of scientists. *Science Education*, 76, 415-436.
- Sánchez-Cañete, F.J., & Pontes, A. (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7, 270-285.
- Treagust, David F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students, misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Trinidad-Velasco, R., & Garritz, R.A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia, *Educación Química*, 14(2), 72-85.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*, 3rd ed., Estados Unidos: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

ANEXO 1

Cuadro 1. Encuesta ofrecida a los estudiantes objeto de este estudio.

Nombre y apellidos (sólo si desea identificarse):

Explica las diferencias que existen entre los siguientes pares de palabras:

- a) Individuo y población.
- b) Población y especie.

ANEXO 2

Individuo y población

Nivel 0. No contesta o contestación no clasificable: Se incluye aquí tanto la ausencia de respuesta como la respuesta que por ser disparatada o incoherentes no puede clasificarse.

Nivel 1. Mención exclusiva a seres humanos y su población con o sin mención de espacio y/o tiempo: Se relaciona al individuo y a la población con los seres humanos sin mencionarse a otros seres vivos, pudiendo o no especificarse espacio y/o tiempo.

Nivel 2. El individuo como uno y la población como muchos, sin mención del concepto de especie: Se identifica cada concepto con el número de seres pero sin mencionar en ningún momento la especie.

Nivel 3. Se considera el concepto de especie al hablar de la población: Cuando se define a la población como conjunto de seres de la misma especie.

Nivel 4. Nivel 2 y/o Nivel 3 incluyendo las variables de espacio y/o tiempo: Respuestas que se podrían incluir en el nivel 2 o en el 3 pero que incluyen las variables de espacio y/o tiempo.

Población y especie

Nivel 0. No contesta o contestación no clasificable: Se incluye aquí tanto la ausencia de respuesta como la respuesta que por ser disparatada o incoherente no puede clasificarse.

Nivel 1. Menciones antropomórficas o ligadas al concepto de raza para la población: Se relaciona a la población y a la especie con el ser humano. Los seres humanos con diferentes características se asocian a grupos de especies distintas

Nivel 2. Confusión de especie con reino. Confusión de población con comunidad: Cuando se habla de especies animales, vegetales, o cuando se identifica población con comunidad al especificar que una población está integrada por especies diferentes.

Nivel 3. Definición tipológica (morfológica de especie): Los seres vivos con características similares se agrupan en la misma especie.

Nivel 4. Especie integrada por varias poblaciones con o sin mención de reproducción: La especie puede estar formada por numerosas poblaciones. Las poblaciones suponen un espacio y tiempo concreto pero no así la especie.

Nivel 5. Se considera la interfecundidad entre individuos: Se menciona la posibilidad de reproducción entre miembros que pertenecen a la misma especie. Se puede incluir además el que la descendencia obtenida sea fértil pero en ningún momento se habla de que haya aislamiento reproductor con respecto a otras especies diferentes.

Nivel 6. Concepto biológico de especie: Poblaciones interfecundas aisladas reproductivamente de otros grupos análogos. Se puede mencionar la existencia de flujo génico en individuos que pertenecen a la misma especie.

Formación inicial de maestros/as para la enseñanza de las ciencias.

Opiniones de docentes en activo y de expertos en Didáctica de las Ciencias

Autora: María Martínez Chico

Directores: Rafael López Gay, Lucio Villegas y M^a. Rut Jiménez Liso

Depto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad de Almería, (maria.martinez.chico@gmail.com)

RESUMEN

Pretendemos conocer *qué debería aprender un/a maestro/a durante su formación inicial para poder enseñar bien ciencias en Primaria*. Los objetivos de la investigación han determinado la elección de las técnicas para obtener información:

- Revisión y análisis bibliográfico,
- Método por búsqueda de consenso (*técnica del Grupo Nominal*) con maestros en activo: Sus propuestas respecto a las necesidades formativas de los futuros maestros, suelen referirse a aspectos de tipo operativo, centrándose en darles unas nociones sobre *cómo enseñar*, sin hacer alusión a la necesidad de cuestionar las visiones erróneas sobre la ciencia, las finalidades de la Enseñanza de las Ciencias (EC), o el aprendizaje de los niños. A su vez, enfatizan el aprendizaje de fundamentos (*de saber*), por encima de vivir experiencias y fomentar actitudes (*saber ser*).
- Entrevistas semi-estructuradas a expertas en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE): La opinión de expertos en DCE converge con las opiniones y propuestas más consensuadas en el ámbito. Para formar a los futuros maestros de ciencias adoptan un *enfoque integrado* (mediante el cual aprenden los contenidos didácticos y científicos de forma simultánea, haciendo que ellos mismo *vivan* las distintas experiencias). Destacan la necesidad de trabajar las finalidades y justificación de la EC, qué es la ciencia, adaptar todo al contexto de Primaria (*ciencia escolar*), y trabajar mediante *modelos*.
- Técnica del Grupo de discusión. La opinión de los maestros en formación respecto a la formación recibida en DCE, coincide con informes y expertos que abogan por un enfoque de enseñanza por indagación. Valoran haber *vivido* un enfoque integrado y consideran haber aprendido contenidos científicos mediante la vivencia de experiencias en torno a la elaboración y el uso de un *modelo*. Se denota una visión adecuada de la ciencia, y reconocen la necesidad de formarse más para enseñar.

A partir de la bibliografía y nuestra experiencia docente, hemos elaborado un *Sistema de categorización matricial* que organiza las principales necesidades formativas para EC en torno a 5 grandes categorías, relacionadas con 4 dimensiones comunes a esas categorías. Considerando también lo recogido con los instrumentos, presentamos una propuesta de *sub-categorías*, la cual puede considerarse una 1^a propuesta de contenidos que han de aprender los maestros en su formación inicial para *enseñar bien ciencias*.

JUSTIFICACIÓN

El docente es una pieza fundamental para hacer efectivo el cambio en la enseñanza de las ciencias, pues supone el punto de apoyo sobre el que descansa toda propuesta de cambio curricular y determina su éxito o fracaso (Porlány y otros, 1998; NRC, 2000; Furió y otros, 2001; Pozo, 2006; POLLEN, 2006; Osborne y Dillon, 2008; OCDE, 2009; ENCIENDE, 2011). Así, el documento *Educación y Cultura Científica* (2006) señala que “mejorar la formación del profesorado (...) es una inversión muy rentable para mejorar la enseñanza de las ciencias en la escuela” (p. 9). Igualmente el informe de la OCDE (2005), afirma que para favorecer las mejoras en la enseñanza de las Ciencias, la formación inicial del docente resulta crucial.

Este reconocimiento de la importancia del docente y su formación (POLLEN, 2006; Rocard y otros, 2006) contrasta con la escasez de trabajos y espacios de discusión abiertos sobre el diseño y contenido concreto de las asignaturas del programa de formación inicial. Sin embargo, la diversidad de propuestas es amplia, como señala el estudio realizado por Benarroch y Cobo (2004) en el que da cuenta de la enorme diversidad de programas, más de 14 distintos, en una muestra que abarca sólo a las universidades andaluzas. Ante esta situación, el problema que hemos decidido abordar en este trabajo se refiere al contenido y enfoque de la formación inicial de maestros para enseñar ciencias, tratando de dar respuesta a: *¿Qué debería aprender un/a maestro/a durante su formación inicial para poder enseñar bien ciencias?*

Además de las razones señaladas, existen también razones de oportunidad que justifican la elección de esta temática. En concreto, el periodo de puesta en marcha de los nuevos títulos en que nos encontramos justifica especialmente realizar un estudio que permita elaborar una propuesta fundamentada de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) para el Grado de Primaria. Además, mi condición de profesora novel en el ámbito de la formación inicial justifica que trate de vincular mi formación como investigadora con mi necesaria formación como docente, lo que permitirá acercar este trabajo a las características de la investigación-acción (Vázquez y otros, 2008).

En el caso de que introduzca alguna tabla utilice un formato en consonancia con los especificados en esta plantilla (no utilice caracteres de tamaño inferior a 10 puntos). Las tablas no deberían ocupar más de una página. En el caso de que así fuera inclúyala como anexo al final del documento.

OBJETIVOS

Hacer una primera revisión bibliográfica sobre las características y el contenido de la formación inicial de maestros y maestras de Primaria para enseñar ciencias, así como sobre las características de la enseñanza de las ciencias

El primer objetivo que hemos querido alcanzar ha sido conocer las aportaciones más relevantes sobre qué características y qué contenido debería tener la formación inicial de maestros y maestras para enseñar ciencias. Como primer paso, hemos analizado los Informes y Proyectos elaborados en la última década sobre la enseñanza de las ciencias y formación del profesorado, así como algunas investigaciones publicadas en revistas del ámbito. Nuestra intención no es sólo aumentar nuestro conocimiento del estado del arte y fundamentar mejor nuestro trabajo, sino ser capaces de obtener una primera síntesis que nos sirva de guía para elaborar el diseño experimental, presentar y analizar los resultados relacionados con otros objetivos del trabajo.

Conocer la opinión de expertos sobre las necesidades formativas prioritarias de los futuros maestros de ciencias

Los expertos en formación inicial de maestros, especialistas en DCE, se enfrentan al diseño de propuestas de enseñanza de cara a los nuevos títulos, planteándose explícita o implícitamente interrogantes similares a los que nos surgen a nosotros sobre las necesidades formativas de los maestros. Por lo tanto, su opinión nos puede proporcionar información valiosa, de especial interés en aquellos casos en los que ya se encuentran implementando tales propuestas y pueden hacer una valoración de las mismas. Por otra parte, la opinión de tales expertos puede darnos una visión de conjunto de las diversas perspectivas existentes, aunque para ello sea necesario en el futuro tomar una muestra más amplia y diversa.

Conocer la opinión de los docentes en activo y expertos sobre las necesidades formativas prioritarias de los futuros maestros de ciencias

Los docentes en activo tienen una perspectiva sobre las necesidades formativas de los futuros docentes que es distinta de la perspectiva de los expertos. Esta nueva visión, más cercana al trabajo diario en las aulas, puede complementar la visión de los expertos, apuntando necesidades que quizás estos hayan pasado por alto. La condición de personas que ya han vivido la experiencia de su formación inicial supone un valor añadido a la opinión de los docentes en activo. Por otra parte, las opiniones de consenso entre los maestros en activo nos puede ayudar a conocer sus propias concepciones sobre el conocimiento profesional y sobre la enseñanza de las ciencias. Por último, el contacto e intercambio entre formadores y docentes en activo supone un primer paso en el establecimiento de unas relaciones esenciales para conseguir una formación inicial efectiva y útil (Rocard y otros, 2006; POLLEN, 2006), a la vez que se brinda a los propios maestros la posibilidad de intervenir y conocer nuevas propuestas, algo que en un futuro puede dar lugar a “investigaciones colaborativas”, procedimiento de formación continua en el que se insiste en diferentes informes y proyectos (NRC, 2000; Osborne y Dillon, 2008; ENCIENDE, 2011, POLLEN, 2006).

Conocer la opinión y percepción de los estudiantes sobre lo que han aprendido y las deficiencias encontradas después de haber cursado una primera versión de la asignatura

Como ya hemos señalado más arriba, este trabajo fin de máster se enmarca en otro de mayor amplitud, el cual no pretende ser sólo un estudio teórico, sino que pueda concretarse en la mejora de la práctica docente a través de un proceso de investigación-acción: diseño, aplicación, reflexión. En este sentido, los avances en nuestro estudio nos orientan en el diseño de la asignatura que impartimos, formulando primeras versiones de lo que en el futuro será un diseño estable a contrastar. Estas primeras versiones de la asignatura las realizamos de forma colaborativa dentro de un Grupo Docente de Innovación (Martínez-Chico y otros, 2011). Aunque no es el objetivo de este trabajo presentar el diseño de la asignatura ni los instrumentos de evaluación, sí hemos considerado importante recoger la voz de los estudiantes para ver en qué medida reconocen y valoran de forma consciente las propuestas formativas que realizamos.

FUNDAMENTACIÓN

Shulman (1987) estableció las necesidades formativas de un docente en torno a siete categorías, reducidas a cuatro por Grossman (1990): i) conocimiento didáctico general, ii) conocimiento del contexto educativo, iii) conocimiento del contenido, y iv)

conocimiento didáctico del contenido. Las dos últimas están relacionadas con la formación para enseñar una materia específica, en nuestro caso las ciencias.

El conocimiento del contenido hace referencia al dominio de la materia y a las visiones de la ciencia (Abell, 2007). El dominio de la materia recibe poca atención en los programas de formación del profesorado, a pesar de que la falta de conocimientos científicos es uno de los principales obstáculos para el cambio en los profesores de ciencias (Tobin y Espinet, 1989; Gil, 1991) y que además se relaciona con inseguridad en la enseñanza y actitudes negativas (Parker, 2006).

Howes (2008) afirma que los maestros carecen de conocimientos sobre cómo funciona la investigación científica, algo que es requerido por el énfasis que recientemente se está haciendo en la alfabetización científica y la competencia científica (Osborne y Dillon, 2008). Diferentes trabajos han mostrado la existencia de concepciones simplistas sobre la ciencia y la actividad científica entre los/as profesores/as de Primaria y Secundaria y su posible relación con la enseñanza (Mellado, 1996; Millar y Driver, 1987; Carrascosa y otros, 1993; Akerson y otros, 2006; Gil, 1991; Porlán y otros, 1998). De ello se deduce que una tarea importante en la formación de maestros será mejorar su comprensión de la naturaleza de la ciencia, para posibilitar que sus propios estudiantes desarrollen ideas adecuadas (Akerson y otros, 2006).

En cuanto al conocimiento didáctico del contenido (CDC o PCK en su abreviatura en inglés), es una categoría que ha merecido una atención especial por parte de los investigadores (NRC, 2007; Verdú y Martínez Torregrosa, 2005; Rivero y otros, 2010). Es el conocimiento que va más allá de “saber la materia”, se trata de “saber cómo enseñar la materia”, saber hacer accesible el conocimiento a los niños y personas no expertas (NRC, 2007).

El CDC constituye un conocimiento genuino del docente de ciencias, construido de forma dinámica y continua mediante transformación de sus propios conocimientos, los cuales proceden de distintos ámbitos: conocimiento didáctico, de la materia y del contexto, aunque no debe interpretarse como la suma de los tres, sino como su integración en un solo saber cuando los profesores planifican y desarrollan sus clases (Acevedo, 2009).

Conviene destacar que el CDC es un conocimiento estrechamente ligado a la enseñanza. No se trata de conocer un repertorio de concepciones alternativas de los estudiantes, sino de utilizarlas para planificar la enseñanza y comprender las dificultades e intervenciones de los niños y niñas durante la enseñanza (Zemal-Saul, 2008). Se han de analizar y poner en práctica secuencias de enseñanza basadas en la indagación que permitan superar la dependencia de los materiales de baja calidad y la experiencia negativa que muchos/as maestro/as reconocen cuando llevan a cabo innovaciones en el aula (Mullholland y Wallace, 2003).

¿Cómo ayudar a los estudiantes en formación inicial a desarrollar esos conocimientos? De acuerdo con la visión constructivista, debemos orientar la formación de maestros más hacia un proceso de cambio de concepciones. Los futuros docentes tienen un conjunto de ideas sobre: el contenido científico y las finalidades de la enseñanza de las ciencias, la manera en que se produce el aprendizaje, lo que es la ciencia y la actividad científica, las estrategia de enseñanza y evaluación... que configuran el *pensamiento docente espontáneo*, un conjunto de ideas, actitudes y comportamientos sobre la enseñanza construidos inconscientemente durante su etapa como escolares, identificado como uno de los grandes obstáculos para el cambio de la enseñanza junto a la falta de dominio de la materia (Tobin y Espinet, 1989).

Las propuestas sobre formación de docentes están ligadas estrechamente a las propuestas sobre enseñanza. Aunque existen distintas visiones sobre cuál es el enfoque de enseñanza más adecuado, nuestra perspectiva es el enfoque de enseñanza de las ciencias basada en la indagación, una perspectiva sobre la cual existe un alto grado de consenso en la investigación en el ámbito. Para acercar el enfoque de enseñanza por indagación al proceso de enseñanza podemos presentar un esquema del tipo de actividades que deben realizar los estudiantes para aprender:

- 1) Enfrentarse con problemas o cuestiones de carácter científico, relacionadas con fenómenos del mundo natural o tecnológico cuya respuesta puede ser confirmada o rechazada mediante pruebas, y que tengan sentido para los que aprenden.
- 2) Formular explicaciones personales justificadas en su experiencia previa, de manera que puedan reconocer en qué se basan para responder como responden a esa pregunta. Esas explicaciones pueden ser hipótesis o bien modelos que expresan una representación y simplificación de la realidad a la que se refiere la pregunta.
- 3) Buscar evidencias que permitan poner a prueba nuestras explicaciones, procedentes de datos obtenidos a través de diseños experimentales propios o a través de búsquedas de información, o de la consistencia que proporcionan o encuentran en otros conocimientos ya consolidados.
- 4) Comunicar e intercambiar ideas, considerando explicaciones alternativas a las personales. En todas las actividades anteriores es fundamental el clima de comunicación y diálogo entre los diferentes grupos y con el docente, el uso del lenguaje escrito y hablado como sistema para pensar y hablar acerca de la ciencia, un medio para el aprendizaje de la ciencia (Osborne y otros, 2004) incorporando las prácticas sociales de la ciencia a las normas del aula (Zemba-Saul, 2008).

Diferentes trabajos han mostrado la importancia y efectividad de que los futuros docentes vivan secuencias de enseñanza innovadoras durante su proceso de formación que les sirvan de modelo metodológico (Wandersee y otros, 1994; ENCIENDE, 2011), secuencias coherentes en las que se integre el aprendizaje de contenidos, de estrategias de enseñanza y de las ideas de los estudiantes; más aún, que puedan participar en ciclos de planificación, enseñanza y reflexión en experiencias en los colegios (Zemba-Saul, 2008; Parker, 2006; Martínez-Chico y López-Gay, 2010).

Sea como fuere, la orientación constructivista de la formación docente muestra no sólo que el proceso es continuo y no limitado a la formación inicial, sino que se trata de un proceso, como todos los procesos de cuestionamiento y cambio de ideas arraigadas, que requiere tiempo y esfuerzo, y que por tanto debe adoptarse una óptica realista para seleccionar los aprendizajes (Zemba-Saul, 2008).

METODOLOGÍA

Debemos advertir contra el error, en el que en ocasiones se ha incurrido, de confundir la investigación didáctica con un trabajo de tipo sociológico: en la investigación educativa lo más relevante no es, en general, el tamaño de la muestra, sino la riqueza del diseño y la medida en que es capaz de explorar diversas facetas e implicaciones de nuestra cuestión planteada. Nuestra intención no es la de obtener resultados representativos de toda una población; sino que pretendemos abordar un problema concreto en profundidad, referente a la formación inicial de maestros en ciencias, sin recurrir a muestras muy amplias, pero sí utilizando distintas formas de contrastación, con el objeto de mostrar la coherencia de los resultados obtenidos. Por otra parte en educación

interesan en general las grandes diferencias, lo que evidentemente reduce las exigencias del tamaño de las muestras para poder considerar que dichas diferencias sean estadísticamente significativas (Hayman, 1981).

Este ha sido el planteamiento utilizado en el trabajo de investigación, el cual hemos abordado utilizando la metodología que consideramos que mejor se adapta a la consecución de nuestros objetivos, ya descritos en la introducción. En este caso se trata de una metodología cualitativa e híbrida (cuantitativa y cualitativa).

Por otra parte, es importante recordar que el diseño experimental que hemos seguido persigue fines claramente exploratorios. Explorar significa incursionar en un territorio desconocido; por lo tanto, emprendemos una *investigación exploratoria* cuando no conocemos bien el tema por investigar (y pretendemos hacerlo) y nuestra intención no es la de contrastar una hipótesis previamente formulada; sino la de realizar un diagnóstico de un tema específico (Nieves, 2006). Esto es lo pretendemos en el trabajo: examinar y vislumbrar las necesidades formativas prioritarias durante la formación inicial para que los futuros maestros puedan *enseñar bien* ciencias, considerando para ello distintas perspectivas. Para ello, disponemos de un amplio espectro de medios para recolectar datos: bibliografía especializada, entrevistas, observación, técnicas para análisis del discurso... etc.

Los objetivos de la investigación han determinado en gran parte la elección de las técnicas que consideramos adecuadas para obtener la información requerida: Revisión y análisis bibliográfico, puesta en práctica de un método por búsqueda de consenso (*técnica del Grupo Nominal*), realización de entrevistas semi-estructuradas a expertas, desarrollo de la técnica del Grupo de discusión.

El diseño de instrumentos, al igual que los procedimientos y estrategias a utilizar, los dicta el método escogido. En nuestro caso básicamente se centran alrededor de: La elaboración de un sistema de categorías básicas en base a las cuales organizar y analizar la información recogida mediante las diferentes técnicas; la preparación de una introducción acompañada de una presentación y la formulación de una pregunta para el desarrollo de la técnica del grupo nominal; el diseño de un guión de entrevista destinada a expertos en el ámbito de la DCE, posteriormente modificado; la preparación de las preguntas a plantear en el grupo de discusión.

Revisión bibliográfica

Para identificar el estado del arte sobre las características y propuestas de formación inicial de futuros maestros y maestras de Primaria de ciencias existentes he realizado una revisión de diferentes proyectos e informes internacionales sobre educación científica en España, Europa y países OCDE. No obstante, debido a que las características de la formación inicial se encuentran estrechamente relacionadas con las características que debería tener la enseñanza de las ciencias en Primaria, nos hemos visto en la necesidad de considerarlas también en el análisis realizado a los Informes. Además hemos iniciado una revisión bibliográfica de publicaciones relacionadas con el tema a investigar, realizadas durante los últimos cinco años, en revistas de repercusión en el área. Para seleccionar y clasificar la información que nos resulta de interés estamos utilizando Atlas.ti, un programa informático para el análisis cualitativo de datos, tanto de texto, como de audio y video. Como resultado de esta revisión esperamos delimitar el marco teórico y elaborar un sistema de categorías que nos permita organizar y analizar los resultados obtenidos con las técnicas utilizadas.

Método por búsqueda de consenso

Para conocer la opinión de los maestros en activo, hemos utilizado en primer lugar un método por búsqueda de consenso (semi-cualitativo). Se trata de la *técnica del grupo nominal*, especialmente indicada para identificar problemas y necesidades. Hemos optado por esta técnica porque la *reflexión en silencio* es mejor para *generar ideas* mientras que la *interacción* es más útil para la *evaluación* de estas ideas. Esto se debe a que, un grupo de individuos que no se comunican, produce más en lo que respecta al estudio de las dimensiones de un problema y la calidad de las sugerencias de soluciones, que otro que interactúa en la fase de identificación de hechos y generación de ideas. Finalmente, la técnica se completa con una fase de reflexión colectiva y una votación personal de los elementos identificados por el grupo (Pineault y Davelu, 1995). A continuación se muestran de forma esquemática los pasos a seguir en la puesta en práctica de la técnica.

Preparación	<u>Redacción de la cuestión</u> a debatir por el grupo y pilotaje <u>Selección de participantes</u> (han de tener interés y experiencia en el tema, evitar la heterogeneidad, preferible muestra de no más de 10)
Sesión de trabajo	Presentación de pregunta <u>Redacción de ideas en silencio</u> (10-15´) <u>Enunciado de ideas</u> (30-60´) <u>Periodo de discusión</u> (para clarificar, añadir o eliminar ideas) <u>Votación sobre la importancia de los ítems</u> (selección y anotación por orden de importancia)

Tabla 1. Fases de la técnica del Grupo Nominal

Hemos aplicado ésta técnica con tres grupos de maestros en activo, en tres centros diferentes: dos de ellos Centros de Educación Infantil y Primaria, y el tercero el Centro del Profesorado de Almería. El número de participantes en los distintos centros fue de 12, 11 y 6, respectivamente. Como requisito solicitamos que todos los/as participantes hubieran sido en algún curso académico previo, docentes encargados de la asignatura de *Conocimiento del Medio Natural*, y les indicamos que nos proporcionasen, como información los años de experiencia sumados como docentes de ciencias en Primaria. Para realizar el análisis de las propuestas aportadas, nos hemos basado en el sistema de categorías (elaborado a partir de la revisión realizada).

Entrevista

Para conocer la **opinión de expertos en DCE**, hemos realizado entrevistas semi-estructuradas a formadores de futuros docentes. En el instrumento hemos incluido preguntas sobre las necesidades formativas de los futuros docentes a lo largo de su formación inicial, para poder *enseñar bien* ciencias, y sobre distintos aspectos de sus prácticas docentes en la universidad. Diseñamos un primer guión que se probó con una profesora, también experta en el ámbito y se grabó en formato audio. Éste fue revisado y modificado de acuerdo a las últimas modificaciones realizadas en nuestro sistema de categorías (o red sistémica) con la idea de adaptar algo más las cuestiones a los bloques generales considerados. A continuación realizamos 2 entrevistas más, a dos formadoras de futuros docentes, expertas en el ámbito, a las cuales se les solicitó que proporcionasen como información de interés los años de experiencia previa que tenían en este campo. Las entrevistadas cuentan con 9 y 20 años de experiencia,

respectivamente, formando a futuros/as maestros de Primaria en la enseñanza de las ciencias. Seguidamente se muestran las cuestiones que se plantearon en las entrevistas.

Tenemos interés en conocer *lo que debería hacerse* (sin atender a limitaciones), estableciendo prioridades, pero también *lo que puede hacerse* y *lo que usted hace* o ha hecho. Por esta razón, durante la entrevista le animo a hablarme de sus ideas pero también de sus prácticas.

1. ¿Qué debería enseñarse a los futuros docentes durante su formación inicial para que pudiesen llegar a ser buenos maestros de ciencias en Primaria?

2. Algunos compañeros opinan que no es necesario enseñar contenidos científicos (sobre ciencias) argumentando que ya han adquirido contenidos suficientes durante la etapa Secundaria y que, si necesitaran saber más podrían adquirirlo durante el ejercicio profesional a través de los libros de texto y otros recursos disponibles. ¿Estás de acuerdo?, ¿qué argumentos usarías para rebatir esa opinión?

3. Otros compañeros, por el contrario, conceden tanta importancia a la formación en el contenido científico que se centran principalmente en su enseñanza al nivel de 4º ESO aproximadamente. ¿Qué opinas de esta decisión?

4. Entre los compañeros que dan importancia al contenido científico piensan que lo realmente importante es el contenido descriptivo (frente al contenido explicativo: construcción y uso de modelos) argumentando que es el más experiencial y cercano al alumno de Primaria. ¿Estás de acuerdo?

5. Si piensas que es necesario enseñar contenido científico: ¿cuáles consideras más importantes?, ¿por qué?, ¿en qué nivel de profundidad?, ¿cómo crees que deberían enseñarse?

6. Le voy a enumerar ahora otros contenidos que otras personas nos han citado. Le ruego que me explique para cada uno de ellos si lo considera importante para incluirlo en la formación inicial y me comente de qué forma lo trabajaría o lo trabaja en sus clases:

- Teorías del aprendizaje
- Naturaleza de la ciencia y el trabajo científico
- Concepciones alternativas
- Justificación de un currículo de ciencias para todos
- Modelos didácticos o enfoques de enseñanza
- Prácticas de laboratorio e itinerarios didácticos
- ¿Podría añadir alguno más?

7. a) ¿Qué relación crees que debería existir en la formación inicial entre el contenido llamado científico y los restantes contenidos? **b)** Algunos compañeros han distinguido entre enfoques yuxtapuestos y enfoques integrados, ¿cuál le parece más adecuado? **c)** En el caso de optar por el enfoque integrado, ¿cómo lo harías o lo haces?, ¿cuál es el eje conductor?

8. Algunos compañeros consideran que una pieza fundamental que deberían conocer los futuros docentes el currículo (Decreto de Enseñanzas Mínimas: competencias, objetivos, bloques de contenidos...) ya que es el marco en el que van a desarrollar su trabajo los futuros maestros. ¿Qué opinas?, ¿qué papel debería jugar o juega en tus clases?

9. Una última polémica en torno al contenido de la formación inicial se refiere a la adquisición de destrezas y cuestiones operativas más cercanas al trabajo diario del maestro: secuenciar contenidos, planificar la enseñanza... Algunos compañeros piensan que este tipo de conocimiento vendrá de la propia práctica y conviene centrarse mejor en cuestiones más

de fundamento. ¿Cuál es tu opinión? En caso de que lo veas necesario, ¿qué destrezas consideras importantes y cómo las trabajarías o las trabajas en tus clases?

10. De todo lo que hemos hablado durante la entrevista que debería formar parte de la formación inicial de maestros y maestras, si tuvieras que seleccionar algunos contenidos como prioritarios o esenciales, ¿cuáles serían y en qué orden?

11. Por último, ¿qué indicios o pruebas considera importantes para saber que tu propuesta de formación inicial realmente FUNCIONA?

Para realizar el análisis de las respuestas aportadas, hemos utilizado como criterios de codificación las distintas categorías incluidas en nuestro sistema de categorización.

Grupo de Discusión

Aunque en un principio sólo habíamos planteado el considerar la opinión del profesorado en activo y del profesorado experto en la formación inicial, creemos que la opinión del alumnado es fundamental a la hora de evaluar una propuesta de enseñanza, de hecho, parte de las evaluaciones que las universidades hacen de su profesorado, se basan fundamentalmente en la opinión que los alumnos tienen acerca de la actividad instructiva (Tejedor, 2003), *¿cómo no tomar entonces en consideración la perspectiva del alumnado, si es en el aula donde se concreta el proceso educativo?* Para **conocer** y poder considerar el parecer del alumnado, solicitamos algunos alumnos voluntarios pertenecientes a un grupo que se encuentra finalizando la asignatura de DCE Experimentales (cuyas características coinciden con las ideas reflejadas en nuestro sistema de categorías) para poner en práctica una técnica llamada “Grupo de Discusión”. Ésta técnica se caracteriza por su facilidad de realización y rapidez, por su flexibilidad e interacción grupal, gracias a las cuales, se proporcionan respuestas e intervenciones en reacción a las respuestas y reacciones de los participantes (“efecto audiencia”, donde cada participante resulta estimulado por la presencia de otros). Las preguntas que les planteamos orientadas a conocer su valoración y sugerencias sobre el contenido de la asignatura, son las siguientes: *¿Qué habéis aprendido en la asignatura? ¿Qué utilidad ha tenido para ayudar a enseñar ciencias cuando seáis maestros/as? ¿Qué echáis en falta?, ¿qué propuestas de mejora sugerís?*

RESULTADOS

Construcción de un Sistema de Categorización Matricial

Al realizar la revisión bibliográfica necesaria para describir el marco teórico, la investigación nos llevó a la consiguiente reflexión personal, requiriéndonos ésta la elaboración de un sistema de categorías que permitiera codificar o recopilar de forma ordenada los distintos aspectos relevantes en la formación inicial de maestros de ciencias, como ya hemos indicado en el diseño, instrumento al que finalmente hemos llamado *Sistema de Categorías Matricial*. Las categorías establecidas para organizar los ítems del contenido de la formación de los futuros docentes de ciencias son: *Finalidades y justificación de la enseñanza de las ciencias, Ciencia y actividad científica, Cómo aprenden ciencia los niños, Cómo enseñar ciencia, Contenido científico*. Hemos establecido también un conjunto de dimensiones comunes a esas categorías: Cuestionamiento; Fundamentos, *saber*; Vivir experiencias, *saber hacer*; Actitudes, *saber ser*; que al combinarlas con las categorías anteriores, dan lugar a un *Sistema de categorización matricial*.

Como resultado de la revisión realizada en el marco teórico, los resultados obtenidos al aplicar las distintas técnicas, nuestra experiencia docente (sobre todo la de mi director),

las reflexiones y numerosas discusiones mantenidas en torno al tema, han ido surgiendo los contenidos que podrían incluirse en las celdas vacías de nuestra matriz. A continuación se muestra una primera propuesta de contenidos o subcategorías; pero no se trata de una propuesta cerrada, sino que ha de ir completándose a medida que avance nuestra investigación, siendo permeable a cualquier entrada que comprobemos se incluye dentro de ese tipo de necesidad formativa, concretando así la categoría principal creada inicialmente, en una propuesta más específica o subcategoría.

LO QUE TIENEN QUE APRENDER LOS/AS MAESTROS/AS DURANTE SU FORMACIÓN INICIAL PARA ENSEÑAR BIEN CIENCIAS				
Aprender sobre...	Cuestionamiento	Fundamentos, <i>saber</i>	Vivir experiencias <i>saber hacer</i>	Actitudes <i>saber ser</i>
Finalidades justificación EECC	Visión propedéutica y simplista	Desarrollo personal, cultural y ciudadano	Analizar experiencias	
Ciencia y actividad científica	Visiones simplistas, en especial reduccionismo conceptual y empirismo	Actividad científica: cuestiones, explicaciones (hipótesis, modelos), pruebas, conclusiones, comunicación, explicaciones alternativas Diferenciar entre ciencia y no ciencia Currículo: Concepción de la ciencias, habilidades científicas	Vivir experiencias y analizar	Actitud positiva, disfrutar
Cómo aprenden ciencia	Visiones simplistas: vaso vacío, conductismo	Concepciones alternativas, pensamiento espontáneo Enfoque cognitivo. Constructivismo Partir de lo experiencial y concreto Interacción entre iguales, comunicación	Analizar experiencias	Actitud abierta
Cómo enseñar ciencia	Visiones simplistas: transmisión, descubrimiento autónomo	Enfoques de enseñanza para el cambio de concepciones y actitudes, familiarización con la actividad científica (cambio de pensamiento), Enfoques de instrucción: Actividades y recursos Evaluación...	Analizar, seleccionar, modificar y/o diseñar propuestas o secuencias Poner en práctica y evaluar	Actitud positiva ante la enseñanza Actitud crítica
Contenido científico	Cuestionar el nivel de conocimientos	Visión amplia: conceptos, procedimientos y actitudes Hechos, fenómenos y problemas relevantes Procedimiento, instrumentos y dispositivos relevantes Currículo: Bloques de contenido y criterios de evaluación	Vivir experiencias de aprendizaje y evaluación	

Tabla 2. Sistema de categorización matricial

Técnica del Grupo Nominal

Como resultado de la puesta en práctica de la técnica del Grupo Nominal con los 3 grupos de maestros/as en activo, hemos obtenido 3 listados de necesidades formativas ordenadas según las puntuaciones recibidas, y por tanto la importancia concedida en cada grupo. Hemos categorizado las necesidades formativas mostradas, según nuestro *Sistema de categorización matricial*. En total se trata de 35 propuestas formativas referentes a “lo que tienen que aprender los futuros/as maestros/as durante su formación para poder *enseñar bien* ciencias”, con más de un tercio de los votos de los/as docentes en activo (mayor consenso) obtenidas de la puesta en práctica de tres grupos nominales.

Llama la atención la ausencia de propuestas formativas referentes al *cuestionamiento* de distintos aspectos, como la visión que pueden tener los alumnos acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias, la ciencia, el aprendizaje, o los enfoques de enseñanza. Esto podría traducirse en que los maestros en activo no poseen una visión constructivista, o al menos ésta no se hace palpable en sus propuestas, ya que no contemplan como necesario los cuestionamientos de las visiones que puedan tener los alumnos, es algo parecido a considerar que los aprendices de maestro partieran de cero. Por otra parte observamos que no hacen referencia a las *finalidades de la enseñanza de las ciencias*, como si la justificación y finalidad fuese evidente, y casi siempre orientada a la preparación para estudios posteriores de ciencias. Destaca la poca importancia concedida a la *actividad científica*, tanto en lo que se refiere a *qué es*, como a ponerla en práctica... A pesar del claro obstáculo que supone para el cambio según distintos trabajos. Tampoco se hace ninguna referencia al *cómo aprenden los alumnos*. Esto refleja el desconocimiento de las CA, entre otras cosas, y, al igual que lo que se desprende del resto de resultados, es como si a su parecer, la enseñanza fuese más bien una cuestión de técnica, no apoyada en fundamentos. Si atendemos a las categorías que reciben más consideración por parte de los docentes en activo, podemos observar que la mayoría de las aportaciones, se refieren a *cómo enseñar* ciencias (39 %), pero casi siempre orientadas a proporcionar a los futuros/as maestros/os técnicas insustanciales de tipo operativo, pasando por alto la necesidad de conocer, vivir y saber aplicar enfoques de enseñanza adecuados para producir un cambio de concepciones y actitudes, y la familiarización con la actividad científica. También conceden importancia a las necesidades formativas relacionadas con el conocimiento del *contenido científico* (39%). Reconocen la necesidad por parte de los futuros maestros de estar al tanto de los contenidos del currículo, pero valoran mínimamente la vivencia de experiencias de aprendizaje. Si analizamos los totales correspondientes a las columnas parte inferior de la tabla 7), es decir, las propuestas hechas por los/as maestros/as en activo referentes a aprender sobre *Cuestionamiento*, *Fundamentos*, *Vivir experiencias* y *Actitudes*, hemos de destacar que más de la mitad de las aportaciones (53%) corresponden a *Fundamentos* (al *saber*). También reciben una considerable valoración el *Vivir experiencias* con un 42% del total. Aunque en este caso debemos matizar que sólo en el 17% de las propuestas formativas se alude al hecho de “Vivir experiencias de aprendizaje”, mientras que en el 25% restante, se refieren a cuestiones relacionadas con el aprendizaje de técnicas concretas.

Entrevista a expertas en DCE

Tras analizar las respuestas y comentarios aportados por los/as expertos/as en las entrevistas semi-estructuradas, las hemos categorizado de acuerdo con nuestro Sistema de categorización matricial. De este modo, hemos logrado percibir la similitud existente entre sus apreciaciones y nuestras propuestas en lo que se refiere a las necesidades

formativas a lo largo de la formación inicial de los/as futuros/as maestros/as para enseñar ciencias, apoyando de este modo nuestra propuesta. En repetidas ocasiones se hace referencia a la necesidad de conocer y entender las finalidades y la justificación de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias como necesidad formativa. Igualmente, dan importancia a que los futuros maestros comprendan qué es la ciencia y la actividad científica, de distintas formas: Cuestionando visiones simplistas de la ciencia, desarrollando en clase actividades propias de la actividad científica (cuestionarse, dar explicaciones –mediante la formulación de hipótesis o el uso de modelos–, buscar pruebas o evidencias, emitir conclusiones, comunicar, contemplar otras explicaciones alternativas), es decir por una parte saber distinguir la actividad científica de lo que no lo es, y por otra *vivir experiencias* o *hacer ciencia*; y fomentando actitudes positivas hacia la ciencia y el trabajo científico. También consideran importante que los futuros maestros se cuestionen y comprendan cómo aprenden ciencias los niños de Primaria, las CA que suelen presentar...etc. La expertas ven fundamental que los futuros docentes aprendan cómo enseñar ciencias y cómo evaluar en Primaria, lo cual se consigue haciendo que, por una parte, cuestionen visiones simplistas de la enseñanza como la mera transmisión de conocimientos, que conozcan enfoques de enseñanza que logren un cambio de concepciones y la familiarización con la actividad científica, y enfoques de instrucción; y por otra, analizando, modificando o diseñando propuestas de enseñanza, y evaluándolas. Y por último, consideran esencial que los maestros en formación aprendan contenido científico, cuestionando para ello su nivel de conocimientos, adquiriendo una visión amplia (comprensión de conceptos, procedimientos y actitudes), conociendo los fenómenos y problemas más relevantes, siguiendo unos procedimientos e instrumentos relevantes, aludiendo a los bloques de contenido del currículo, y viviendo para todo ello experiencias de aprendizaje.

Grupo de discusión de maestros en formación

Hemos categorizado las ideas que han aflorado durante la puesta en práctica de la técnica, en la que tratábamos de conocer la opinión del alumnado acerca de las necesidades formativas cubiertas en una asignatura recién cursada por ellos. Se trata de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la cual se desarrolla una enseñanza por indagación, se sigue un enfoque integrado, y se estructura en torno a la consecución de unos objetivos de aprendizaje regidos fundamentalmente por las categorías establecidas en nuestro sistema de categorización matricial. A lo largo de la discusión se hace referencia en numerosas ocasiones a las visiones de la ciencia (cuestionamiento) y a la actividad científica en sí (preguntarse, dar explicaciones –mediante la formulación de hipótesis o el uso de modelos–, buscar pruebas o evidencias, emitir conclusiones, comunicar, contemplar otras explicaciones alternativas), ya sea identificando en qué consiste ésta o recordando la vivencia de experiencias a lo largo de la asignatura. Surgieron planteamientos referentes a visiones simplistas sobre el aprendizaje de los niños, o se hizo alusión al trabajo desarrollado en la asignatura referente a las CA, así como a lo aprendido en la asignatura respecto al cómo enseñar ciencias, distinguiendo visiones simplistas de la misma o identificando enfoques de enseñanza para el cambio de concepciones y actitudes que promueven la familiarización con la actividad científica. No obstante, en una ocasión un alumno manifiesta una visión simplista y propedéutica de la enseñanza de las ciencias, en la que se concibe la enseñanza con un único fin preparatorio, pero inmediatamente una alumna contesta mostrando su desacuerdo. A continuación un tercer compañero apoya a esta última, argumentando la visión del primer alumno como uno de los problemas de la enseñanza de las ciencias (respecto a su finalidad y justificación). Cuando la discusión se torna más

hacia aspectos referentes a los contenidos científicos en la asignatura, aparecen comentarios en los que se cuestionan el nivel de conocimientos de ciencias que poseen. Y por último hacen referencia al planteamiento de la asignatura en sí y al enfoque de enseñanza adoptado en la misma, al cómo han sido enseñados ellos, los/as maestros/as en formación.

CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES

Al comienzo del trabajo pretendíamos conocer *qué debería aprender un/a maestro/a durante su formación inicial para poder enseñar bien ciencias en Primaria*. Al respecto podemos extraer algunas conclusiones como resultado de la implementación de los distintos instrumentos, referentes a la opinión de los colectivos vinculados y su relación con las opiniones y propuestas existentes en el ámbito.

Las propuestas de los docentes en activo respecto a las necesidades formativas de los futuros maestros para enseñar ciencias, suelen referirse más bien a aspectos de tipo operativo, centrándose en darles unas nociones sobre *cómo enseñar*, sin hacer alusión a la necesidad de cuestionar las visiones que puedan tener sobre la ciencia y el trabajo científico, sobre las finalidades de la ciencia, el aprendizaje de los niños y niñas o el nivel de conocimientos científicos que tienen; perspectiva que concuerda con los obstáculos debidos a sus concepciones inadecuadas destacados en la literatura, los cuales suponen verdaderos obstáculos en su desarrollo profesional. A su vez, enfatizan el aprendizaje de fundamentos (de *saber*), por encima de vivir experiencias y fomentar actitudes (*saber ser*).

La opinión de expertos en didáctica de las ciencias converge con las opiniones y propuestas más consensuadas en el ámbito. Para formar a los futuros maestros de ciencias adoptan un enfoque integrado (mediante el cual aprenden los contenidos didácticos y científicos de forma simultánea, sin yuxtaponerlos, haciendo que ellos mismo vivan las distintas experiencias). Destacan la necesidad de trabajar las finalidades y justificación de la enseñanza de las ciencias, de aprender qué es la ciencia y el trabajo científico, de adaptar todo al contexto de Primaria (*ciencia escolar*), y de trabajar los contenidos científicos mediante los modelos.

La opinión de los maestros en formación respecto a la formación recibida en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, coincide con numerosos informes, proyectos y expertos que abogan por un enfoque de enseñanza por indagación. Valoran positivamente el haber vivido un enfoque integrado en las clases y consideran haber aprendido significativamente contenidos científicos mediante la vivencia de experiencias en torno a la elaboración y el uso de un modelo. Además se denota una visión adecuada de la ciencia y el trabajo científico, y reconocen su falta de conocimiento de contenidos y la necesidad de formarse para poder enseñar bien ciencias.

Como se indica en el trabajo, a partir de la revisión bibliográfica realizada, de las propuestas recogidas gracias a los distintos instrumentos, de la experiencia docente (sobre todo de la dirección...) y las reflexiones y discusiones mantenidas, hemos elaborado un *Sistema de categorización matricial* que organiza las principales necesidades formativas para enseñar ciencias (problema que planteábamos) en torno a 5 grandes categorías, relacionadas con 4 dimensiones comunes a esas categorías. Además presentamos una propuesta de “relleno” de la matriz, concretando las subcategorías que consideramos deberían incluirse en cada gran bloque, la cual puede considerarse una

primera propuesta de contenidos que han de aprender los maestros durante su formación inicial para *enseñar bien* ciencias.

Como ya comentamos, una de las razones por las que habíamos elegido esta temática, era la necesidad de elaborar una propuesta fundamentada de la asignatura de Didáctica de las Ciencias para el Grado de Primaria, cometido que nos ocupará al concluir este trabajo. A continuación pretendemos implementar la propuesta con alumnos y alumnas que cursen tal asignatura y evaluarla, emitiendo un análisis completo de la investigación realizada en mi trabajo de tesis.

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. En S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

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.

Akerson, V.L., Morrison, J. A., & RothMcDuffie, A. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 194-213.

Benarroch, A. & Cobo, P. (2004). El Programa de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural ante el Espacio Europeo de Educación Superior. En: Echevarría, I. y otros (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.

Carrascosa, J., Fernández, I., Gil, D. & Orozco, A. (1993). Análisis de algunas visiones deformadas sobre la naturaleza de la ciencia y las características del trabajo científico. *Enseñanza de las Ciencias*. Volumen Extra, 43-46.

Consejería De Educación De La Junta De Andalucía (2007). *Educación y Cultura Científica*. Dirección General de Ordenación y Evaluación Educativa. Junta de Andalucía. Consejería de Educación.

ENCIENDE (2011). *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Confederación de Sociedades Científicas de España COSCE

Furió, C., Vilches, A., Guisasaola, J. & 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.

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 188-199.

Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge & Teacher education*. New York: Teachers College Press.

Hayman, J.L. (1981) *La investigación educativa como herramienta del Investigación y educación*. Barcelona: Paidós.

Howes, E.V., Lim, M., & Campos, J. (2008). Journeys into inquiry-based elementary science: Literacy practices, questioning, and empirical study. *Science Education*, 93 (2), 189-217

- Martínez-Chico, M. & López-Gay (2010, Julio). *La flotación de los objetos. Una oportunidad para promover el cambio didáctico entre futuros docentes*. Comunicación presentada en los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Baeza (Jaén).
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R. & Jiménez-Liso, M.R. (2011). Póster: Enseño como aprendo. Estructura de un curso basado en la indagación. *V Jornadas de Información sobre Innovación Docente y Coordinación en la Universidad de Almería* (Grupo Docente de Innovación).
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. 14: 289– 302.
- Millar, R. y Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14 (9) 33-62.
- Mulholland J., & Wallace J. (2003) Crossing borders: Learning and teaching primary science in the preservice in service transition. *International Journal of Science Education* 25 (7), 879-898.
- Nieves, F. (2006) La Investigación Exploratoria. En (consultado en Junio de 2011). Último acceso el 12 de Junio de 2011, desde http://www.navactiva.com/es/documentacion/la-investigacion-exploratoria_27243
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, Kindergarten through Eighth Grade (National Research Council).
- OCDE (2005). *Teachers matter Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers*. Organization for Economic Co-operation and Development (Directorate for Education). Último acceso el 21 de Febrero de 2011, desde <http://www.oecd.org/dataoecd/39/47/34990905.pdf>
- OCDE (2009). *Teaching and Learning International Survey, TALIS*. Creating Effective Teaching and Learning Environments. Último acceso el 21 de Febrero de 2011, desde http://www.oecd.org/document/0/0,3746,en_2649_39263231_38052160_1_1_1_1,00.html
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 10 (41), 994-1020.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008) *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Informe Nuffield (Nuffield Foundation), UK. Último acceso el 4 de Mayo de 2011, desde http://www.pollen-europa.net/pollen_dev/Images_Editor/Nuffield%20report.pdf
- Parker, J. (2006) Exploring the Impact of Varying Degrees of Cognitive Conflict in the Generation of both Subject and Pedagogical Knowledge as Primary Trainee Teachers Learn about Shadow Formation. *International Journal of Science Education* 28 (13), 1545-157.
- Pineault, R. & Davelu, C. (1995). *La planificación sanitaria. Conceptos, métodos, estrategias*. España : Masson.

Pollen (2006-2009) *Seed cities for science*. A community approach for a sustainable growth of science education in Europe. Último acceso el 21 de Febrero de 2011, desde <http://www.pollen-europa.net/>

Porlán, R., Rivero, A. & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 271-288.

Pozo, J.I. (2006). Culturas de aprendizaje para la sociedad del conocimiento. En J.I. Pozo, N. Scheuer, M.P. Pérez Echevarría, M. Mateos, E. Martín & M. De la Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 343-358.

Rivero, A., Azcárate, P., Porlán, R., Martín del Pozo, R. & Harres, J. (2010) The Progression of Prospective Primary Teachers' Conceptions of the Methodology of Teaching. *Research in Science Education*.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg Henriksson, H. & Hemmo, V. (2006) Informe Rocard. *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (Report EU22-845, Brussels, 2007). Último acceso el 21 de Febrero de 2011, desde http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.

Tejedor, F. J. (2003). Un modelo de evaluación del profesorado universitario. *Revista de Investigación Educativa*, 21 (1), 157-182.

Tobin, K. & Espinet, M. (1989). Impediments to change: application of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.

Vázquez, B., Jiménez, R. & Mellado, V. (2008). ¿Cómo podemos llevar a cabo una investigación-acción para mejorar la práctica en el aula de ciencias? *Investigações em Ensino de Ciências*, 13 (1).

Verdú, R. & Martínez Torregrosa (2005). La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje. *Tesis doctoral editada por la autora*.

Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. & Novak, J.D. (1994) Research on alternative conceptions in science, 177-210. In: Gabel D.L. (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. A Project of the National Science Teachers Association (MacMillan Pub. Co.: New York)

Zemal-Saul, C. (2008). Learning to Teach Elementary School Science as Argument. *Science Education*, 93: 687-719.

Análisis de analogías en los libros de texto de ciencias de ESO (física y química) y diseño de una propuesta didáctica

Autor: Pedro José Pastor Ruiz

Director: Benigno Martín González González

Universidad de Murcia, (pedro84murcia@hotmail.com)

RESUMEN

Este trabajo forma parte de una investigación llevada a cabo durante el Trabajo Fin de Máster (TFM) en la Universidad de Murcia. Con este trabajo de investigación pretendemos llevar a cabo una revisión bibliográfica que nos permita conocer el aporte de la analogía al proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias, así como disponer de un posicionamiento de su concepción y estructura y de su puesta en práctica en el aula.

Además, se explicitan los aspectos didácticos que deben tener en cuenta los profesores y autores o editores de libros de texto en sus explicaciones utilizando analogías y se contrastan con los datos experimentales obtenidos del análisis de los libros de texto de 3º y 4º de Física y Química de la ESO, publicados con posterioridad a la LOE, de cuatro de las editoriales de mayor arraigo a nivel nacional: ANAYA, OXFORD, SANTILLANA y SM.

Por último, presentamos como sugerencia de mejora una propuesta didáctica alternativa para desarrollar la analogía en el aula, en relación con el bloque de contenidos de electricidad en la materia de Física y Química de 3º de ESO, y con la finalidad de propiciar el aprendizaje significativo de circuitos eléctricos sencillos.

Palabras clave

Educación Secundaria; libros de texto; analogías; aprendizaje significativo; propuesta didáctica.

ORIGEN DE LA INVESTIGACIÓN

Los contenidos científicos que contempla el currículo LOE ofrecen unas posibilidades muy interesantes, derivadas de un recurso como es la analogía y el razonamiento analógico que ésta conlleva, para contribuir a la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias. La analogía es un recurso didáctico útil para aplicar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, facilita la visualización de los conceptos teóricos abstractos, permite organizar y contextualizar la información, mejorando de esta manera su recuerdo, y favorece una disposición positiva hacia el aprendizaje (Dagher, 1994; Thiele, Venville y Treagust, 1995). Permite construir el conocimiento y desarrollar el pensamiento creativo. Contribuye a que el estudiante tenga un aprendizaje significativo. La analogía es, en definitiva, un recurso didáctico útil que aporta conexiones entre el nuevo conocimiento y el que ya tiene el estudiante (Bloom, 1992; Clement, 1993; Duit, 1991; Pittman, 1999). Posibilita que el alumnado no se limite a “estudiar de memoria” sino que reflexione sobre lo que esté

estudiando, discuta sus ideas con otros compañeros, juegue aprendiendo y comprenda los modelos científicos y desarrolle capacidades de modelización (Bloom, 1992; Solomon, 1986).

Pero en el contexto educativo el libro de texto ha tenido un papel determinante en lo que se enseña en el aula. Este material ha sustituido tradicionalmente al currículo oficial, han sido una herramienta de actualización científica del profesorado facilitando de esta manera la propagación de errores tanto desde la perspectiva de los contenidos científicos como de la visión de la ciencia que han transmitido. Por otro lado, el libro de texto aporta seguridad a los estudiantes y probablemente a muchos profesores, y con toda probabilidad siguen teniendo un papel determinante en el aprendizaje de las ciencias (De Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008). Esta es la razón por la que nos ha parecido interesante analizar la medida en que los autores y editores de libros de texto tienen en cuenta los trabajos publicados por los investigadores en didáctica de las ciencias sobre el uso de la analogía en el aula, así como plantearnos propuestas de mejora coherentes con dichas investigaciones y recomendaciones para la enseñanza de las ciencias.

PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

El papel de las analogías es sobradamente reconocido por los investigadores en el campo de la didáctica de las ciencias. Partiendo de este hecho, centramos nuestro trabajo en dos problemas:

Problema Principal Uno (PP1)

¿Cuál es la naturaleza de las analogías que figuran en los libros de texto de 3º y 4º de ESO de cuatro de las editoriales de mayor arraigo a nivel nacional?

Problema Principal Dos (PP2)

¿Qué propuestas de mejora podemos introducir para usar las analogías en el aula?

Consideramos conveniente, para dar respuesta al Problema Principal Uno, dividirlo en los siguientes subproblemas:

SP1. Promedio de analogías por cada libro de texto.

SP2. Identificación de los temas o tópicos que reciben tratamiento analógico en los libros de texto

SP3. Localización de la analogía en la unidad didáctica

SP4. Formato de presentación

SP5. Orientación analógica

SP6. Posición del análogo respecto al tópico

SP7. Nivel de abstracción

SP8. Relación analógica

SP9. Nivel de enriquecimiento

SP10. Multiplicidad

REVISIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS Y MARCO TEÓRICO

La analogía es un recurso didáctico que utiliza tanto el profesor en sus clases como los autores y editores en los libros de texto, puesto que contribuye a la asimilación de conceptos teóricos abstractos, al desarrollo de destrezas de razonamiento científico y a la comprensión de la naturaleza de la Ciencia. Desarrolla habilidades y estrategias propias de los procesos de modelización y posibilita la valoración de la importancia de los modelos en la construcción del conocimiento científico (Lawson, 1993).

La analogía puede concebirse como un proceso en el que se relaciona, mediante la comparación, una situación familiar al alumno con otra nueva o desconocida. Esta comparación actúa como un puente que facilita la conexión entre el conocimiento adquirido previamente y lo que se pretende aprender (Reigeluth, 1983).

La estructura mental que comprende la comparación entre el “análogo” (situación familiar) y el “tópico” (situación nueva o desconocida) se denomina “analogía”. Se denominan “componentes” a los elementos que constituyen el análogo y el tópico y que forman parte de su estructura. Cada componente viene caracterizado por una serie de propiedades o características, denominadas “atributos”. Las comparaciones de atributos (características superficiales) semejantes originan la denominada “semejanza superficial”. Entre los componentes existen conexiones, denominadas “nexos”, que son las correlaciones o comparaciones entre estos elementos. Constituyen la estructura del análogo y del tópico, de manera que las comparaciones de nexos (características estructurales) semejantes dan lugar a la denominada “semejanza estructural” (Gentner, 1983).

Los elementos que constituyen la analogía son: el análogo, el tópico y la trama de relaciones (o relación analógica) que se establece entre ambos. La trama de relaciones está fundamentada en la semejanza estructural entre el análogo y el tópico (Gentner, 1983), semejanza que origina el modelo mental -particular para cada uno de los alumnos implicados en el proceso enseñanza-aprendizaje- que puede ser aplicado a futuros aprendizajes (Gick y Holyoak, 1980).

La figura 1 muestra la estructura de la analogía coherente con estas argumentaciones, de manera que se admite que:

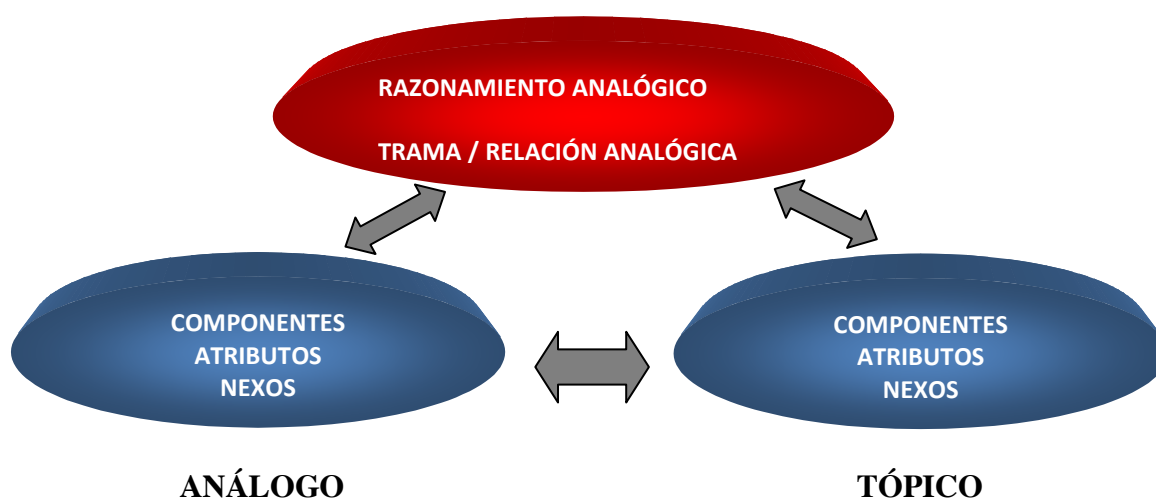


Figura 1. Estructura de la analogía (González, 2002)

Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos. Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la

transferencia de conocimiento del análogo al tópico. Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario (González, 2002).

El razonamiento que tiene lugar cuando se usa la analogía permite que sólo se transfiera aquello que es semejante y útil del análogo para la comprensión del tópico. Se denomina razonamiento analógico. Gick y Holyoak (1980) y Holyoak y Thagard (1989) coinciden en aceptar que el razonamiento analógico está constituido por dos procesos:

- a) acceso al análogo
- b) establecimiento de la trama (o relación analógica) entre el análogo y el tópico

Estos dos procesos están relacionados con el contexto en el que se desarrolla la analogía, entendiendo por contexto los criterios que se tienen en cuenta a la hora de su presentación y desarrollo. El contexto -según los investigadores anteriores- no sólo facilita el razonamiento analógico sino que puede ser el responsable de que éste tenga o no lugar.

Las investigaciones llevadas a cabo por Holland y colaboradores (1986) dan buena prueba de la importancia del contexto al confirmar que en el acceso al análogo interviene la estructura del tópico ya que éste sólo tiene lugar cuando el alumno posee algún conocimiento de la misma. Investigaciones más recientes también consideran que el proceso de acceso al análogo está guiado por la estructura del tópico y proponen que para que tenga lugar el razonamiento analógico se debe adoptar el siguiente criterio: presentar el análogo después de la introducción del tópico (Glynn, Law y Doster, 1998; Thiele y Treagust, 1995).

Glynn y colaboradores (1998) y Thiele y Treagust (1995) corroboran la importancia del contexto en la presentación de la analogía al afirmar que el acceso al análogo tiene lugar cuando el alumno es consciente de la utilización de la analogía y de su intencionalidad didáctica, y cuando conoce la utilidad del análogo en la adquisición del nuevo conocimiento. Zook y Di Vesta (1991) argumentan que una percepción errónea sobre el propósito de la enseñanza con analogías puede originar errores conceptuales en el conocimiento del tópico, y que la analogía es efectiva cuando se tienen en cuenta los siguientes criterios: el alumno debe conocer la finalidad de la analogía antes de utilizarla y debe ser advertido de su presencia en el texto.

También es esencial en el proceso de acceso al análogo que éste sea accesible y familiar al alumno. De esta manera puede comprenderlo, compararlo con el tópico y confirmar la plausibilidad de la trama o relación analógica entre ambos. De hecho, el razonamiento analógico sólo es posible -tal como argumenta Duit (1991)- si el alumno conoce el análogo y no tiene errores conceptuales sobre él.

El proceso fundamental del razonamiento analógico es el que conlleva el establecimiento de la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico. Implica que el alumno debe ser capaz de descartar los atributos de los componentes, conservar los nexos entre componentes y decidir qué nexos son relevantes en la analogía que se está utilizando.

Pero el alumno no siempre es consciente de cuándo se debe parar en la transferencia de información y, además, muestra tendencia a transferir información superficial más que estructural (Gentner, 1983). Se produce de esta manera una transferencia inapropiada de conocimiento. Tampoco se debe subestimar la posibilidad de que el alumno piense que la analogía está basada en comparaciones exactas entre el análogo y el tópico y que no existen características estructurales diferentes entre ambos (Duit, 1991), o los posibles errores conceptuales que se pueden generar en el alumno -a partir del establecimiento de

comparaciones inadecuadas entre el análogo y el tópico- como consecuencia de no advertirles de las limitaciones de la analogía (Zook y Di Vesta, 1991; Gentner, 1983).

A modo de conclusión podemos decir que estos criterios contextuales deben ser tenidos muy en cuenta a la hora de presentar la analogía si lo que se persigue es garantizar que tenga lugar el razonamiento analógico. Es decir, que el análogo y el tópico no permanezcan divorciados y que no se produzca una transferencia inapropiada de conocimiento (González, 2005).

Las argumentaciones anteriores han sido tenidas en cuenta por Curtis y Reigeluth (1984) y Thiele y Treagust (1995) a la hora de estudiar y establecer criterios de clasificación de las analogías presentes en los libros de texto, criterios que se han utilizado en el análisis de las analogías presentes en los libros de texto realizado por González (2002). Son los que se muestran a continuación: localización, formato de presentación, orientación analógica, posición del análogo respecto al tópico, nivel de abstracción, relación analógica, nivel de enriquecimiento y multiplicidad.

Thagard (1992) argumenta en sus trabajos de investigación que las buenas analogías son aquellas que presentan gran semejanza estructural entre el análogo y el tópico, de manera que dicha semejanza alcance a su funcionamiento. Se garantizaría de esta forma un aprendizaje óptimo, previniendo posibles errores conceptuales en los alumnos.

Perales y Jiménez (2002), en sus investigaciones relacionadas con las ilustraciones presentes en los libros de texto, argumentan que las ilustraciones adecuadas ayudan a comprender el texto ilustrado, facilitan su memorización, especialmente a largo plazo, y por lo tanto, facilitan el aprendizaje aportando un contexto en el que se organiza la información contenida en el texto. En lo que respecta a nuestro trabajo de investigación podemos afirmar, en base a las argumentaciones anteriores de Perales y Jiménez (2002) que las analogías deben presentarse en los libros de texto en formato pictórico-verbal.

Spiro y colaboradores (1989) observaron el uso de las analogías múltiples desde otra perspectiva: argumentaron que pueden funcionar como antídotos para evitar las equivocaciones o errores conceptuales causados por una simple analogía. Las analogías múltiples tienen un gran valor explicativo y deben emplearse siempre que se expliquen tópicos muy amplios y/o complejos para evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo.

Se puede afirmar que los profesores y autores de libros de texto deben procurar que el análogo sea familiar al alumno y, además, que sea más accesible que el tópico para lograr que tenga lugar el razonamiento analógico. Una forma de garantizar esto es utilizar analogías extendidas en el análogo, es decir, presentar al alumno varios análogos para explicar un único tópico.

En este sentido es muy interesante la investigación realizada por Gentner y Gentner (1983). Estos investigadores vieron la utilidad de las analogías en la explicación de los circuitos eléctricos. Además, demostraron que las analogías empleadas influenciaban considerablemente en el aprendizaje de los alumnos. Encontraron que dicho aprendizaje era bastante diferente cuando se empleaba como análogo un *fluido en movimiento* que cuando se empleaba un *grupo de personas en movimiento*. Estos hallazgos apuntan al hecho de que el esquema general del que la analogía proviene tiene una influencia significativa en los procesos de aprendizaje. De hecho, los alumnos que trabajaron con el fluido en movimiento como análogo tuvieron mejores resultados con baterías, mientras que los que trabajaron con objetos en movimiento tuvieron mejores resultados con resistores.

Dupin y Johsua (1989) encontraron hallazgos similares en el aprendizaje de la electricidad. Argumentaron que las analogías se utilizan para facilitar o ayudar al aprendizaje sólo en áreas específicas de un tópico amplio y complejo, por lo que las analogías múltiples son necesarias para ayudar al aprendizaje de dichos tópicos. La noción de corriente eléctrica es aceptada fácilmente por los alumnos, a partir de la analogía hidráulica, mientras que la de tensión eléctrica surge con dificultades. Por otro lado, al hacer uso de la analogía térmica encontraron que la noción de diferencia de temperatura para el concepto de tensión eléctrica está integrada más fácilmente que la de flujo de calor para el concepto de corriente eléctrica. Existe pues una complementariedad de las concepciones de los alumnos en estos dos dominios, hecho por el que apoyándose en la noción de diferencia de temperaturas estos investigadores proponen introducir el de tensión eléctrica.

Zamorano, Gibbs y Viau (2004) apuntan a que si bien la analogía más utilizada para explicar el circuito eléctrico es la de un circuito hidráulico, no resulta intuitivo para los alumnos representar la diferencia de potencial como una diferencia de presión. Abogan estos investigadores por analogías más intuitivas, como la que se fundamenta en el movimiento de los alumnos por los pasillos y escaleras de un instituto, que les permitan disponer de un modelo conceptual previamente a los análisis cuantitativos del circuito eléctrico.

La analogía casi siempre la presenta el docente, dentro de los cánones de enseñanza tradicional y no constructivista, surgen normalmente a partir de la improvisación en las clases, la transmisión es fundamentalmente oral y no se emplean recursos visuales (Oliva, 2003). Sin embargo, la analogía debe ser construida por los alumnos a través de actividades que han de realizar en el aula (Oliva 2006), como son completar la trama o relación analógica y encontrar los límites de la analogía.

La analogía debe ser construida en el aula a través de la interacción entre el análogo y el tópico. Al igual que ocurre con los modelos científicos, tiene sus virtudes pero también sus limitaciones; de ahí que encontrar los rasgos útiles de una analogía y sus limitaciones resulte un buen entrenamiento para aprender a juzgar el valor de los modelos y las teorías de la ciencia. La toma de conciencia y la aceptación de las limitaciones que tienen las analogías puede facilitar a los alumnos ver la ciencia como un progreso del conocimiento, como una construcción no dogmática y humana, con limitaciones como cabría esperar de cualquier actividad humana, fundamentada en modelos que tienen un carácter aproximado y que pierden vigencia con el paso del tiempo (Glynn, 1991, Dagher, 1994).

En esta línea de trabajo destaca el denominado Teaching With Analogies Model (*TWA Model*), o Modelo de Enseñanza con Analogías (Glynn, 1991; Glynn, Duit y Thiele, 1995; Harrison y Treagust, 1993; Thiele y Treagust, 1995). Se trata de un modelo didáctico que tiene en cuenta las argumentaciones descritas anteriormente y que tiene la finalidad de orientar al profesor sobre la puesta en práctica de la analogía en el aula.

Comprende los seis pasos siguientes:

1. Introducción del tópico.
2. Iniciar la recuperación del análogo.
3. Identificar las características relevantes del análogo y el tópico.
4. Establecer las correspondencias de similitudes entre el análogo y el tópico.
5. Indicar las correspondencias para las que la analogía se viene abajo (falla).
6. Describir las conclusiones acerca del tópico.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño de la investigación

La respuesta al primer problema de investigación supone, a partir de una amplia revisión bibliográfica relacionada con la naturaleza y concepción de la analogía y propuestas didácticas, realizar un trabajo de exploración y análisis de ocho libros de texto de ESO. Puesto que no conlleva el ensayo de ninguna propuesta, responde a un diseño experimental *ex post facto*.

La respuesta al segundo problema de investigación requiere considerar las implicaciones didácticas que se deriven del primero y aplicarlas en el diseño de una propuesta de mejora para usar las analogías en el aula. La implementación y evaluación podrían formar parte de un futuro trabajo de investigación.

Características de la muestra de libros de texto

Decidimos realizar un análisis longitudinal de los libros de texto de 3º y 4º de Física y Química de ESO, actualmente en uso, de cuatro de las editoriales de mayor arraigo a nivel nacional. Son los que figuran en la tabla 1.

Tabla 1. Muestra de libros de texto

Editorial	Curso	Año	Autores
ANAYA	3º	(2010)	S. Zubiaurre, A.M. Morales, J.M. Arsuaga, A. Pérez
ANAYA	4º	(2008)	S. Balibrea, M. Reyes, J. M. Vílchez, A. Álvarez, A. Sáez
OXFORD	3º	(2010)	I. Píñar Gallardo
OXFORD	4º	(2008)	I. Píñar Gallardo
SANTILLANA	3º	(2010)	M. C. Vidal, F. de Prada, J. L. de Luis, P. Sanz
SANTILLANA	4º	(2008)	M. C. Vidal, F. de Prada, P. Sanz
SM	3º	(2010)	J. Puente, J. A. Viguera, M. Remacha
SM	4º	(2010)	A. Cañas, J. Puente, M. Remacha, J.A. Viguera

RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis contempla cuatro de las editoriales de libros de texto de Educación Secundaria que mayor arraigo tienen dentro del ámbito nacional. Son las siguientes: Editorial ANAYA, Editorial OXFORD, Editorial SANTILLANA y Editorial SM. Conforman una muestra de 8 libros de texto de Física y Química, 4 de 3º de ESO y 4 de 4º de ESO.

La limitación de la extensión con que podemos comentar el trabajo de investigación nos obliga a centrarnos en el análisis global, aunque también se realiza el análisis de la distribución de las analogías de cada una de las editoriales.

Promedio de analogías por cada libro de texto.

Los promedios de analogías por cada libro de texto (3.75 analogías por cada libro de texto en el total de la muestra) son bajos si se comparan con los obtenidos en otras investigaciones que se han llevado a cabo con libros de texto extranjeros (8.3 analogías por cada libro de texto en textos de ciencias americanos y 9.3 analogías por cada libro de texto en textos de Química australianos).

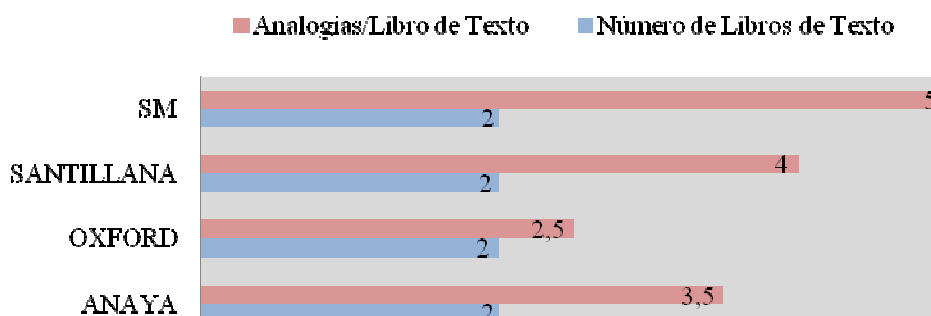


Gráfico 1. Promedio de analogías por cada libro de texto.

En un estudio anterior llevado a cabo con libros de texto españoles de Secundaria publicados entre 1995 y 2000 (González, 2002), se puso de manifiesto que había un promedio de 3.9 analogías por cada libro de texto. Se puede constatar que los resultados son similares en los textos LOE, actuales, que en los del anterior sistema educativo (LOGSE). Además, en ningún caso, se han obtenido resultados que indiquen que los libros de texto suelen incentivar a los alumnos a que participen en la construcción de significados ante una analogía.

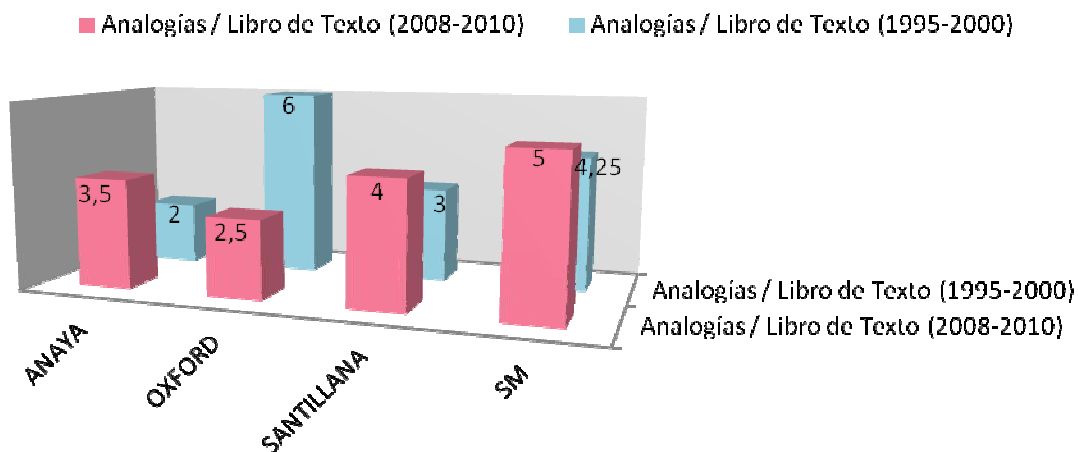


Gráfico 2. Promedio de analogías por libros de texto publicados en la actualidad en comparación con libros de texto publicados entre 1995 y 2000.

Distribución de las analogías en libros de texto según tópicos.

Distribución de las analogías en libros de texto y editoriales por cursos del segundo ciclo de la ESO.

Se emplean con mayor frecuencia las analogías en los libros de texto de FYQ de 3º de ESO que en los de FYQ de 4º de ESO. La razón está en que la mayor parte de los contenidos de FYQ de 3º de ESO están relacionados con la Electricidad y con la Química, contenidos que gozan de tratamiento analógico apreciable por su elevado grado de abstracción.

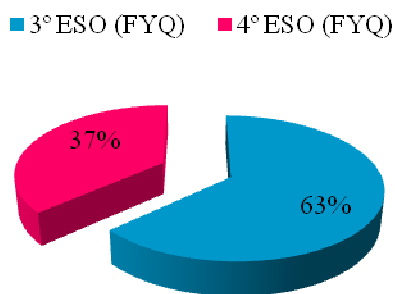


Gráfico 3. Distribución de las analogías por cursos de E.S.O.

Distribución de las analogías en libros de texto según tópicos.

Los contenidos que han gozado de tratamiento analógico en FYQ de 3º y 4º de ESO con mayor frecuencia son: Estructura atómica (10) y Electricidad (7).

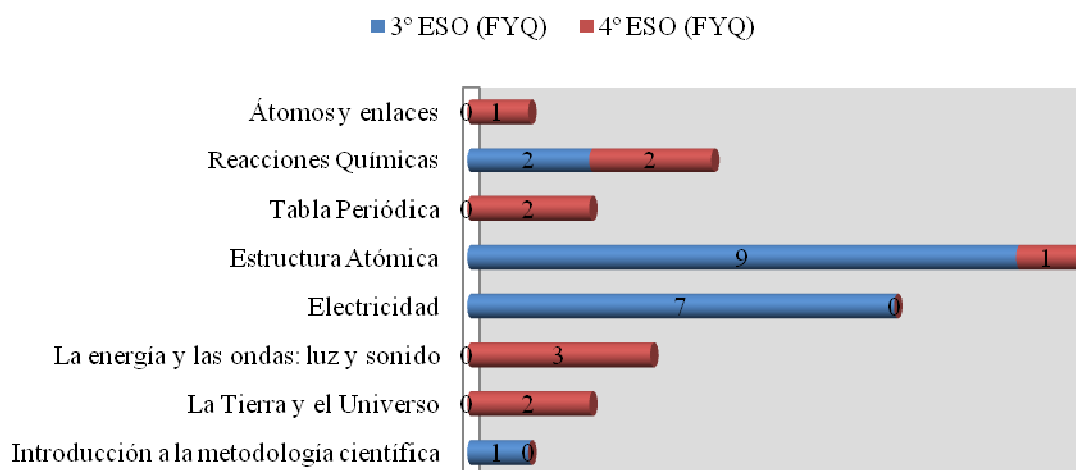


Gráfico 4. Análisis de la distribución de las analogías según el Tema y Curso del segundo ciclo de la ESO.

Distribución de las analogías según su localización en la unidad didáctica

La mayor parte (el 86.67%) de las analogías que se han identificado se encuentran localizadas en el desarrollo de la U.D., hecho obvio si se tiene en cuenta que los conceptos se abordan durante el desarrollo de la U.D. y que las analogías se utilizan como herramientas de ayuda al aprendizaje.

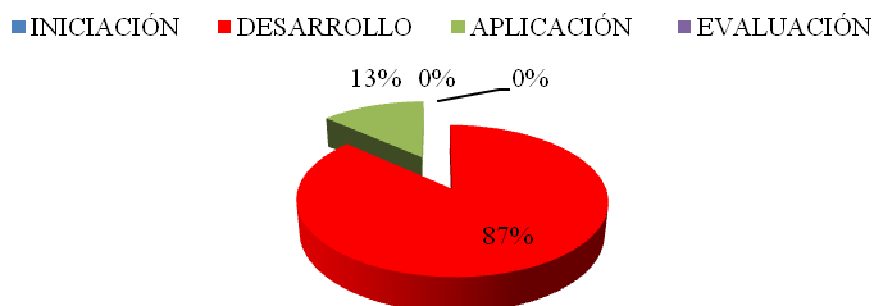


Gráfico 5. Distribución de las analogías según su localización en la U.D.

Destaca la editorial SANTILLANA como aquella que más carácter secundario asigna a las analogías (66.67% de analogías localizadas en el margen) y, por tanto, como las más preocupadas en “no sacrificar espacio de copia”. Por el contrario, la editorial OXFORD (0% de analogías localizadas en el margen) es la que menos carácter secundario asigna a las analogías y, por lo tanto, la menos preocupada en “no sacrificar espacio de copia”.

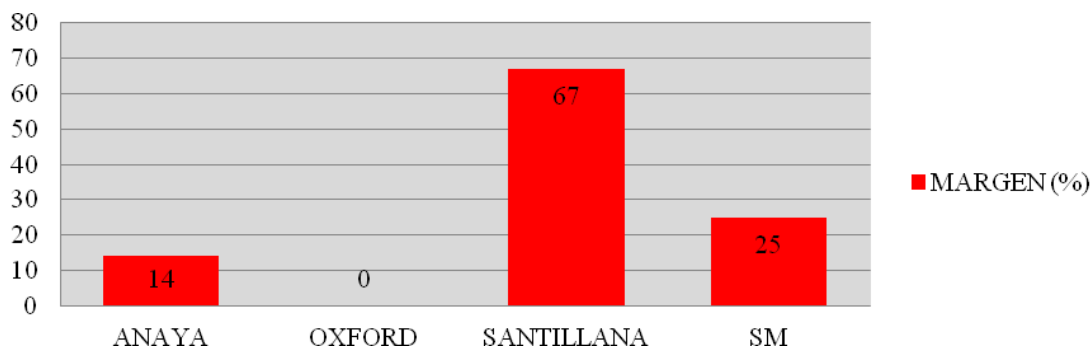


Gráfico 6. Gráfico comparativo de la distribución de las analogías para cada una de las editoriales según su localización al margen.

Distribución de las analogías según su formato de presentación

Más de las dos terceras partes de las analogías que se han identificado en los libros de texto (el 70%) se encuentran en formato pictórico-verbal. Por lo tanto, se concede cierta importancia a las imágenes analógicas en los libros de texto. No se presenta ninguna analogía en formato pictórico.

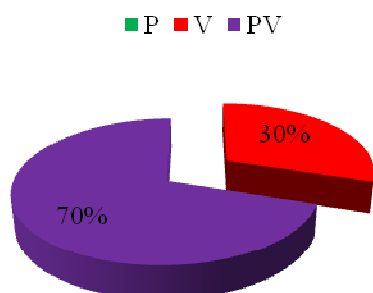


Gráfico 7. Distribución de las analogías según su formato de presentación

Distribución de las analogías según la orientación

La mayor parte de las analogías identificadas (el 80%) no presentan orientación analógica. Sólo una cantidad muy pequeña (el 20%) de las analogías ostentan orientación analógica.

Las editoriales no han tenido en cuenta que en la ESO es probable que los alumnos no lleguen a comprender la analogía y, por lo tanto, sea más necesaria la orientación analógica: explicando el análogo y advirtiendo de la naturaleza analógica del pasaje del texto.

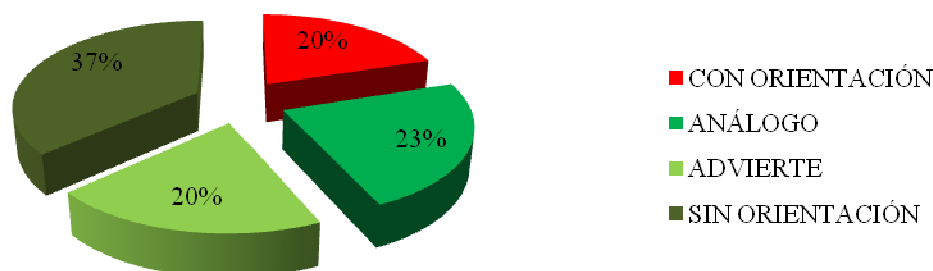
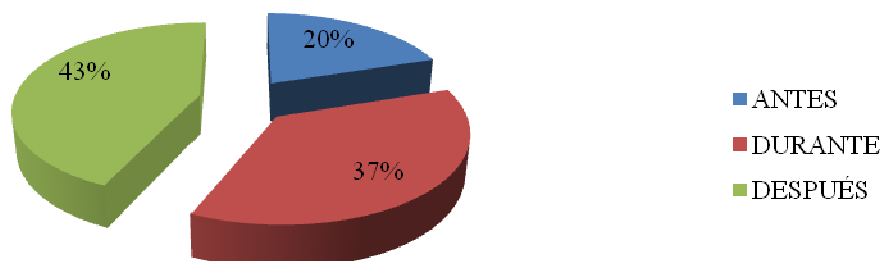


Gráfico 8. Distribución de las analogías según la orientación.

Distribución de las analogías según la posición

La mayor parte de las analogías (el 43.33%) que se han identificado en los libros de texto presentan el análogo después de explicar y enseñar el tópico (como un pos sintetizador), por lo que se puede afirmar que los autores y editores no manifiestan una tendencia coherente con los investigadores en el campo de las analogías que aconsejan presentar el análogo durante la explicación del tópico (como activador incrustado).



Gráfica 9. Distribución de las analogías según la posición del análogo

Distribución de las analogías según la condición o nivel de abstracción

La mayoría de las analogías identificadas en los libros de texto presentan un nivel de abstracción concreto-abstracto (el análogo es concreto y el tópico es abstracto). Por tanto, se emplean, mayoritariamente, analogías que hacen que el contenido difícil y abstracto del tópico se compare con otro más simple, familiar, perceptible por los sentidos, en el análogo.

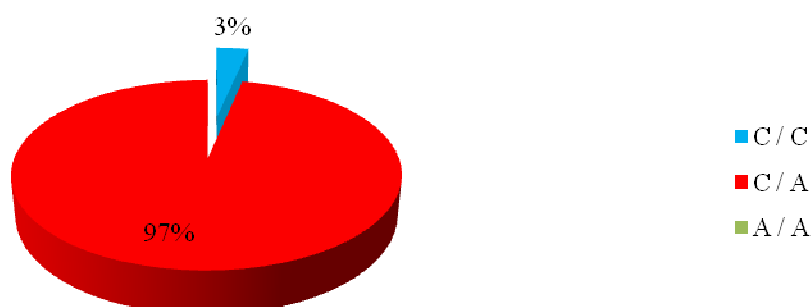


Gráfico 10. Distribución de las analogías según el nivel de abstracción

Distribución de las analogías según la relación analógica

Casi una tercera parte (el 30%) de las analogías que se han identificado en los libros de texto presentan una relación analógica estructural (cuando análogo y tópico comparten semejanza estructural). El mayor número (el 70%) de analogías son analogías en las que la relación analógica es semántica (cuando la semejanza estructural que presentan análogo y tópico alcanza al funcionamiento). Por tanto, se emplean, mayoritariamente, analogías en las que entre el análogo y el tópico existe, además de la semejanza estructural, gran semejanza semántica.

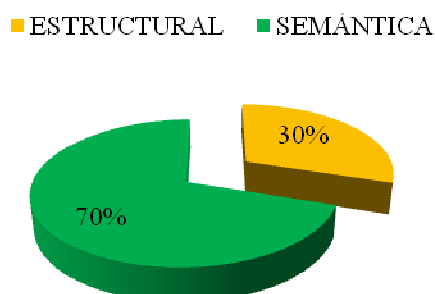


Gráfico 11. Distribución de las analogías según la relación analógica

Distribución de las analogías según el nivel de enriquecimiento

La mayor parte (el 63.33%) de las analogías identificadas son simples. En la mayor parte de las analogías (el 97%) no se explicitan las limitaciones. Sólo el 3.33% de las analogías identificadas son extendidas en el tópico y ninguna es extendida en el análogo. Por lo tanto, se puede afirmar que los autores y editores no manifiestan una tendencia coherente con los investigadores en el campo de las analogías que aconsejan analogías enriquecidas, advirtiendo de sus limitaciones, y analogías extendidas, tanto en el análogo como en el tópico.

■ SIMPLE ■ ENRIQUECIDA ■ ENRIQUECIDA CON LIMITACIONES

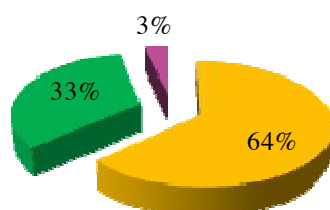


Gráfico 12. Distribución de las analogías según su enriquecimiento

La única analogía enriquecida con limitaciones se ha identificado en el libro de texto de FYQ de 3° de ESO de la Editorial SM, concretamente en el tema “Estructura Atómica”.

Analogías múltiples

Las analogías múltiples son aquellas en las que se emplean varios análogos para explicar aspectos distintos de un tópico muy amplio o complejo. Tienen la finalidad de evitar los errores conceptuales que podrían generarse con la utilización de un único análogo.

En la muestra analizada sólo se han identificado dos. Una corresponde al texto de Física y Química de 3° de ESO de la Editorial SANTILLANA, y otra al texto de 3° de ESO de la Editorial SM; ambas analogías aparecen en el tema “Estructura Atómica”.

Se trata de analogías en las que se utilizan varios análogos para explicar la estructura del átomo. En una de éstas analogías se han utilizado tres análogos para explicar tres aspectos diferentes del tópico: el movimiento de los electrones alrededor del núcleo, las dimensiones atómicas y la fuerza centrípeta eléctrica entre el núcleo y el electrón.

Partiendo de lo investigado anteriormente, elaboramos una propuesta didáctica. Con este motivo, se seleccionan dos analogías potencialmente eficaces y se analizan desde criterios estructurales.

PROPUESTA DIDÁCTICA

Introducción a la propuesta didáctica

Nuestra propuesta didáctica pretende ser coherente con las investigaciones y aportaciones que figuran en nuestra revisión de trabajos relacionados y marco teórico, así como con el diseño de la propuesta didáctica realizada por Sánchez, Valcárcel, González y De Pro (2008). Dichas aportaciones están relacionadas fundamentalmente con los siguientes aspectos:

- Consideración de los criterios contextuales que pueden garantizar el razonamiento analógico: las analogías se localizan durante la fase de desarrollo de la secuencia de enseñanza; el formato de presentación de las analogías es pictórico-verbal; las analogías presentan orientación analógica; las analogías se presentan simultáneamente al tópico; el

nivel de abstracción es concreto (análogo) – abstracto (tópico); la relación analógica es semántica; el nivel de enriquecimiento ha sido alto, dado que la comparación entre análogo y tópico ha precisado tanto la descripción y explicación de las semejanzas como las limitaciones.

- Utilización de analogías múltiples y analogías extendidas en el análogo: se utilizan dos análogos, circuito hidráulico y alumnos en los pasillos de un IES, para un solo tópico, el circuito eléctrico.
- Construcción de la analogía por los alumnos a través de actividades que han de realizar en el aula y que tengan en cuenta sus conocimientos iniciales, que fomenten la iniciativa, el diálogo y la comunicación para compartir y negociar significados, la emisión de hipótesis, la discusión, el espíritu crítico, el establecimiento de conclusiones, la realización de inferencias, aplicar los nuevos conocimientos y revisar lo aprendido, y la elaboración y construcción de modelos.
- Utilización del *TWA Model* o Modelo de Enseñanza con Analogías (Glynn, 1991; Glynn, Duit y Thiele, 1995; Harrison y Treagust, 1993; Thiele y Treagust, 1995):
 - 1.- *Introducir el tópico.*
 - 2.- *Introducir el análogo.*
 - 3.- *Identificar las características relevantes o comunes entre el tópico y el análogo.*
 - 4.- *Establecer las correspondencias de similitudes entre el análogo y el tópico.*
 - 5.- *Establecer las limitaciones de la analogía.*
 - 6.- *Describir las conclusiones acerca del tópico.*

Diseño de la propuesta didáctica

La propuesta didáctica forma parte de una unidad didáctica más amplia. Se contextualiza en el tópico “Circuito Eléctrico” que se desarrolla en los contenidos relacionados con la “Electricidad” y que forma parte de la materia de Física y Química de 3º de Educación Secundaria Obligatoria.

Para la explicación de dicho tópico se utilizan dos análogos: “Circuito Hidráulico” y “Alumnos en los pasillos del Instituto” cuyas imágenes proceden del libro de texto de Física y Química de 3º de ESO de la Editorial Santillana (texto que ha formado parte de la muestra de libros de texto de nuestra investigación) y del trabajo realizado por Zamorano, Gibbs y Viau (2004).

Los anexos 1 y 2 recogen la estructura completa de de las analogías seleccionadas. El anexo 3 recoge las actividades que se proponen.

En cuanto a los materiales escritos para el desarrollo de la propuesta en el aula, se han diseñado, a modo de ejemplo, varias hojas de trabajo para los alumnos. El anexo 4 recoge la tarea 9 de la hoja diseñada para que el alumno utilice los dos análogos: “Circuito Hidráulico” y “Alumnos en los pasillos del Instituto” para la comprensión del tópico (circuito eléctrico). Ésta hoja de trabajo recoge la propuesta completa utilizando el enfoque de TWA desarrollado por Glynn.

Es importante, que los profesores, dispongan de los análisis estructurales de las dos analogías para el buen desarrollo de la propuesta en el aula. En cualquier caso, los materiales elaborados

están abiertos a modificaciones por parte del profesorado de Educación Secundaria que lleve esta propuesta didáctica al aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOOM, J. (1992). Contextual flexibility: Learning and change from cognitive, sociocultural, and physical context perspectives. *The history and philosophy of science in science education*, 1, 115-125, Editorial S. Hills, Kingston, Ontario.
- CLEMENT, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Students' Preconceptions in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1241-1257.
- CURTIS, R.; REIGELUTH, C. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13 (2), 99-117.
- DAGHER, Z. (1994). Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change?. *Science Education*, 78 (6), 601-614.
- DUIT, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75 (6), 649-672
- DUPPIN, J. y JOSHUA, S. (1989). Analogies and Modeling Analogies in Teaching-Some Examples in Basic Electricity. *Science Education*, 73 (2), 207-224.
- DUPPIN, J. y JOSHUA, S. (1990). Una analogía térmica para la enseñanza de la corriente continua en electricidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (12), 119-126.
- GENTNER, D. (1983). Structure – Mapping: a Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170
- GENTNER, D. y GENTNER, E.R. (1983). Flowing waters or treeming crowds: Mental models of electricity. *Mental models*, Gentner & A. L. Stevens (Eds.), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- GICK, M. y HOLYOAK, K. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- GLYNN, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching with Analogies Model. *The Psychology of Learning Science*. Glynn, S.; Yeany, R.; Britton (Eds.), 10, 219-240.
- GLYNN, S., DUIT, R. y THIELE, R. (1995). Teaching with analogies: A strategy for constructing knowledge. *Learning science in the schools: Research reforming practice*. S. Glynn & R. Duit (Eds.), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 247-273.
- GLYNN, S., LAW, M. y DOSTER, E. (1998). Making Text Meaningful: The Role of Analogies. *Learning From Text Across Conceptual Domains*, Cynthia R. Hynd (Eds.), 9, 193-208.
- GONZÁLEZ, B.M. (2002). *Las Analogías en el proceso Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza*. Tesis Doctoral. La Laguna: Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna.
- GONZÁLEZ, B.M. (2005). *La analogía y su presentación en los libros de texto de Enseñanza Secundaria*. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Número Extra, año 2005, ISSN 0212-4521, Granada.
- HARRISON, A. y TREAGUST, D. (1993). Teaching With Analogies - A Case Study in Grade 10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1291-1307.
- HOLLAND, J.; HOLYOAK, K.; NISBETT, R. y THAGARD, P. (1986). *Induction: Processes of inference, learning and discovery*. Cambridge MASS: MIT Press.
- HOLYOAK, K.; THAGARD, P. (1989). Analogical Mapping by Constraint Satisfaction. *Cognitive Science*, 13, 295-355.

- LAWSON, A. (1993). The Importance of Analogy: A Prelude to the Special Issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1213-1214.
- 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).
- OLIVA, J. M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula, en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (1), <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero1/Art2.pdf>>.
- OLIVA, J.M. (2006). Actividades para la enseñanza - aprendizaje de la Química a través de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 104-114.
- OLIVA, J.M. (2008). Qué conocimientos profesionales deberíamos tener los profesores de ciencias sobre el uso de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(1), 15-28.
- PERALES, F.J. y JIMÉNEZ, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- PITTMAN, K. (1999). Student-Generated Analogies: Another Way of Knowing?. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (1), 1-22.
- PRO, A.; SÁNCHEZ, G.; 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), 193-210.
- PRO, C. y PRO, A. (2011). ¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3º ESO. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 149-170.
- REIGELUTH, C. (1983). Meaningfulness and instruction: Relating what is being learned to what a student knows. *Instructional Science*, 12, 197-218.
- SÁNCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M.V.; GONZÁLEZ, B.M.; PRO, A. (2008). Diseño de una propuesta didáctica: uso de varias analogías para la comprensión del modelo cinético particular. XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería.
- SOLOMON, J. (1986). Children's explanations. *Oxford Review of Education*, 12, 41-51.
- SPIRO, R., FELTOVICH, P., COULSON, R. y ANDERSON, D. (1989). Multiples analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. *Similarity and Analogical reasoning*, S.Vosniadou y Ortony (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 498-531.
- THAGARD, P. (1992). Analogy, Explanation and Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 537-544.
- THIELE, R. y TREAGUST, D. (1995). Analogies in chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 17 (6), 783-795.
- THIELE, R., VENVILLE, G. y TREAGUST, D. (1995). A Comparative Analysis in Secondary Biology and Chemistry Textbooks Used in Australian Schools. *Research in Science Education*, 25 (2), 221-230.
- ZAMORANO, R., GIBBS H., VIAU J. (2004). Modelaje analógico en la enseñanza de circuitos de corriente continua. *Journal of Science Education*, 1 (7), 30-33.
- ZOOK, K. y DI VESTA, F. (1991). Instructional Analogies and Conceptual Misrepresentations. *Journal of Educational Psychology*, 83 (2), 246-252.

Anexo 1. ANALOGÍA DEL CIRCUITO HIDRÁULICO PARA EXPLICAR EL CIRCUITO ELÉCTRICO

CIRCUITO HIDRÁULICO		CIRCUITO ELÉCTRICO	
COMPONENTES	Vaso o recipiente superior, Vaso o recipiente inferior, agua, bomba, turbina, tubería	Pila, Cargas eléctricas, Cable conductor, bombilla	
ATRIBUTOS	El agua circula por la tubería desde el recipiente superior hacia el recipiente inferior	La corriente eléctrica en el circuito cerrado provoca que la bombilla se encienda	
	La corriente del agua en el circuito cerrado provoca que la turbina gire	Por el cable conductor circula una corriente eléctrica constante	
	Por la tubería circula un caudal de agua constante		
	A mayor sección de la tubería, mayor caudal		
	La bomba necesita energía para funcionar	La pila necesita energía para funcionar	
	La bomba restablece el desequilibrio entre los dos recipientes para que el agua pueda seguir circulando		
	Si la bomba deja de funcionar porque no tiene energía, el nivel de agua en los dos recipientes se equilibra, el agua deja de circular y la turbina se detiene	Si la pila "se agota" no tiene energía, la corriente eléctrica deja de circular y la bombilla se apaga	
	Fuente de presión (provocada por una diferencia de altura en el nivel de agua de los dos recipientes) aportada por la bomba	Generador eléctrico, pila o fuente de tensión	
	Diferencia de presión entre dos puntos (provocada por una diferencia de altura en el nivel de agua de los dos recipientes)	Voltaje, diferencia de potencial o tensión	
	Energía que proporciona la bomba para restablecer el desequilibrio entre los dos recipientes con agua	Fuerza electromotriz de la pila	
Tubería por la que circula el agua	Cable conductor por el que se mueven los electrones		
Cantidad determinada de agua	Carga eléctrica		
Caudal de agua	Intensidad de corriente eléctrica		
La energía de la corriente de agua se emplea en mover la turbina	La energía de la corriente eléctrica se emplea en encender la bombilla		
Dificultad que encuentra el agua para circular por la tubería	Resistencia eléctrica		
Cualquier aparato que opera con el movimiento del agua	Funcionamiento (encendido) de la bombilla en el circuito eléctrico		
El agua se mueve desde el extremo de mayor presión al de menor presión	Las cargas eléctricas se mueven desde el extremo de mayor potencial al de menor potencial		


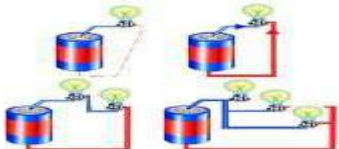
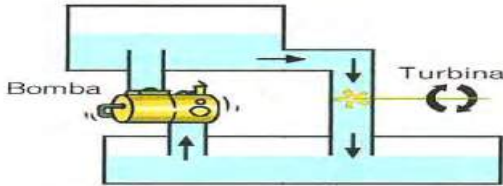
Limitaciones

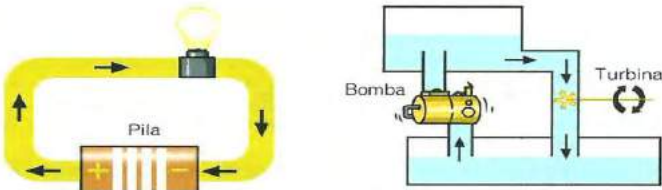
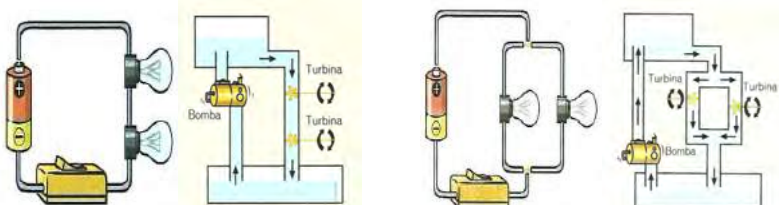
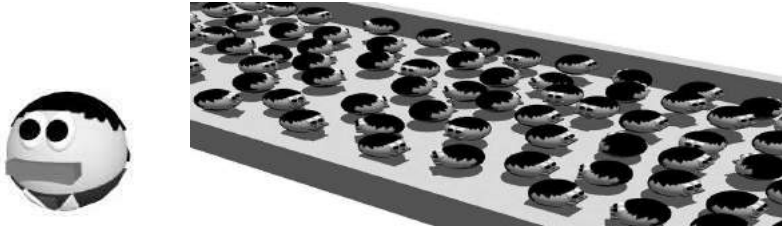
Las moléculas de agua se desplazan por la tubería en contacto unas con otras	Los electrones pueden tirar de otros electrones distantes a través de sus campos
Cuando se produce una rotura de la tubería, el agua se derrama y continúa circulando fuera del circuito hidráulico a pesar de que el circuito ha quedado abierto	La rotura en el circuito eléctrico provoca una parada completa en el flujo de electricidad. Cuando cortamos un cable los electrones no se "derraman", el circuito queda abierto y cesa la corriente eléctrica
La velocidad de arrastre del agua en el circuito hidráulico puede ser muy grande	La velocidad de arrastre en el circuito eléctrico de corriente continua es relativamente pequeña: 1 mm/s. Son pocos los electrones que se desplazan
La apertura del grifo pone en movimiento o en marcha el flujo de agua	La apertura de un interruptor corta el flujo de electricidad

Anexo 2. ANALOGÍA DEL IES PARA EXPLICAR EL CIRCUITO ELÉCTRICO

ALUMNOS EN LOS PASILLOS DE UN INSTITUTO		CIRCUITO ELÉCTRICO
COMPONENTES	Alumnos, pasillos del instituto, escalera, escalera mecánica, jefe de Estudios (JE)	Pila, Corriente eléctrica, Cable o hilo conductor, bombilla
ATRIBUTOS	<ul style="list-style-type: none"> Los alumnos están en los pasillos del Instituto amontonados y desordenados. Ante la voz de mando del JE circulan por dichos pasillos y bajan por la escalera Las escaleras unen puntos de diferentes alturas La escalera mecánica necesita energía. Si se detiene, no circulan alumnos 	<ul style="list-style-type: none"> La corriente eléctrica en el circuito provoca que la bombilla se encienda La pila necesita energía para funcionar Si la pila "se agota" no tiene energía, la corriente eléctrica deja de circular y la bombilla se apaga
NEXOS	<p>La cantidad de alumnos que hay en los pasillos es muy grande.</p> <p>En ausencia del JE los alumnos se mueven aleatoriamente, al azar, chocando unos con otros. No hay un movimiento neto de alumnos en una dirección determinada</p> <p>Los alumnos son obligados a circular desde un extremo del pasillo por la voz de mando del JE. Se establece un movimiento neto de traslación a lo largo del pasillo</p> <p>Las escaleras unen puntos de diferentes alturas, con una diferencia de energía potencial gravitatoria. La escalera al finalizar el pasillo lleva asociada una caída o diferencia de energía potencial gravitatoria en los alumnos</p> <p>La pérdida de energía potencial gravitatoria de los alumnos debe ser restablecida por la escalera mecánica que permitirá restituir a los alumnos nuevamente del nivel inferior al nivel superior para que continúen circulando en el mismo sentido bajo la voz de mando del JE</p> <p>El nº de alumnos que circulan por unidad de tiempo por los pasillos y escalera es etc.</p> <p>Al bajar la temperatura los alumnos tienden a entumecerse y a ordenarse dentro del pasillo, situación que facilitará lograr un movimiento de conjunto ante la voz del JE</p> <p>Al aumentar la temperatura los alumnos se sentirán inquietos, molestos y mostrarán mayor dificultad a tener un movimiento de conjunto ante la voz de mando del JE</p> <p>Si la sección transversal del pasillo disminuye, es decir, si el pasillo se estrecha, los alumnos estarán más apretados y será más difícil que tengan movimiento</p> <p>Cuanto mayor sea la longitud del pasillo mayor dificultad tendrán los alumnos para trasladarse a lo largo del mismo</p> <p>La naturaleza de la superficie del pasillo y los obstáculos presentes en él (bancos...) pueden dificultar o facilitar el traslado de los alumnos a lo largo del pasillo</p>	<p>La cantidad de electrones que hay en el material conductor es muy grande.</p> <p>En ausencia de campo eléctrico los electrones se mueven aleatoriamente, al azar, repeliéndose entre sí. No hay un transporte neto de electrones</p> <p>Los electrones son obligados a circular por la fuerza del campo eléctrico que crea la pila. Se establece un movimiento neto de traslación a lo largo del cable</p> <p>La bombilla, o cualquier resistencia eléctrica, une puntos con diferente energía potencial eléctrica o diferencia de potencial. La bombilla, o cualquier resistencia eléctrica, lleva asociada una caída o diferencia de energía potencial e</p> <p>La FEM de la pila permite restablecer la diferencia de potencial entre sus dos electrodos (+ y -) ya que separa cargas de distinto signo y las desplaza hasta dichos electrodos, permitiendo de esta manera crear el campo eléctrico responsable de la circulación de los electrones</p> <p>La intensidad de corriente eléctrica es constante</p> <p>A menor temperatura habrá una menor resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica dentro del hilo conductor</p> <p>A mayor temperatura habrá una mayor resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica dentro del hilo conductor</p> <p>La resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica es inversamente proporcional a la sección transversal del hilo conductor</p> <p>La resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica es directamente proporcional a la longitud del hilo conductor</p> <p>La resistencia al establecimiento de una corriente eléctrica depende de la naturaleza del hilo conductor</p>
Limitaciones		
Los alumnos del IES no son todos iguales. Difieren en tamaño, masa... y no tienen carga.		Los electrones son todos iguales, con la misma masa y con la misma carga negativa
El JE con su voz de mando y la escalera mecánica figuran como dos componentes distintos		La pila, un único componente, es la responsable de crear la diferencia de potencial y el campo eléctrico para que los electrones circulen
El movimiento de los alumnos tiene lugar en una superficie (2 dimensiones)		El movimiento de los electrones tiene lugar en todo el volumen del hilo conductor
El tamaño de los alumnos es grande si lo comparamos con la sección transversal del pasillo		El tamaño de los electrones es pequeño si lo comparamos con la sección del hilo conductor

ANEXO 3. EJEMPLO DE SECUENCIA DE ACTIVIDADES

CIRCUITO ELÉCTRICO	
Tarea 1. Introducir el tópico	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación del profesor. Sabemos que... (circuito eléctrico) Elementos de un circuito eléctrico sencillo: generador, conductor, interruptor y una o varias bombillas.  <p style="text-align: center; font-size: small;">Circuito eléctrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detección de ideas previas • Explicitación de ideas del alumnado respecto a los posibles modelos alternativos: unipolar, concurrente, atenuación, reparto 
Tarea 2. Introducir el primer análogo	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación del profesor. Imaginamos que... (circuito hidráulico) • Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Identificar características del circuito hidráulico Describir funcionamiento del circuito hidráulico • Puesta en común. Clase: intercambio de información Organizar y completar el análisis sobre el análogo 
Tarea 3. Identificar las características relevantes o comunes entre el análogo y el tópico	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura del contenido: circuito eléctrico • Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Identificar características del circuito eléctrico Describir funcionamiento del circuito eléctrico • Trabajo en grupo. Clase: intercambio de información Comparar ambos sistemas: "circuito hidráulico" y "circuito eléctrico"
Tarea 4. Establecer las correspondencias de similitudes entre el análogo y el tópico	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en grupo. Organizar y completar análisis: razonamiento analógico Cumplimentar el cuadro de semejanzas • Puesta en común. Clase: intercambio de información

	
Tarea 5. Establecer las limitaciones de la analogía	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo en grupo. Cumplimentar el cuadro de limitaciones Puesta en común. Clase: intercambio de información
Tarea 6. Describir las conclusiones acerca del tópico	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Repasar y concluir las principales ideas. Predecir el funcionamiento del circuito eléctrico en serie y en paralelo (a partir de un circuito hidráulico con dos turbinas en serie y en paralelo, respectivamente) 
Tarea 7. Introducir el segundo análogo	<ul style="list-style-type: none"> Explicación del profesor. Imaginamos que... (alumnos en los pasillos del instituto) Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Identificar características de los alumnos Describir comportamiento de los alumnos en los pasillos del instituto Puesta en común. Clase: intercambio de información Organizar y completar el análisis sobre el análogo 
Tarea 8. Identificar las características relevantes o comunes entre el análogo y el tópico	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo en grupo. Clase: intercambio de información Comparar ambos sistemas: “alumnos en los pasillos del instituto” y “circuito eléctrico”
Tarea 9. Establecer las correspondencias de similitudes entre el análogo y el tópico	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo en grupo. Organizar y completar análisis: razonamiento analógico Cumplimentar el cuadro de semejanzas Puesta en común. Clase: intercambio de información

Tarea 10. Establecer las limitaciones de la analogía	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo en grupo. Cumplimentar el cuadro de limitaciones Puesta en común. Clase: intercambio de información
Tarea 11. Describir las conclusiones acerca del tópico	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Repasar y concluir las principales ideas. Predecir el funcionamiento del circuito eléctrico en serie y en paralelo (a partir de un instituto con dos escaleras en serie y en paralelo, respectivamente)
Tarea 12. Modelización en ciencias	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo en grupo. Reflexionar sobre el uso de modelos para explicar conceptos abstractos en ciencias Puesta en común. Clase: intercambio de información

ANEXO 4. HOJA DE TRABAJO DEL ALUMNO

<p>Tarea 9. Analizamos las semejanzas entre los elementos de la analogía</p> <p>Rellena el siguiente cuadro considerando el campo eléctrico y el análogo que te proponemos: alumnos en los pasillos de un IES. Podéis añadir las filas que consideréis necesarias.</p>		
Aspectos a considerar:	Análogo: Alumnos / IES	Tópico: Circuito eléctrico
Elementos que lo forman (Componentes)	Alumnos	
		Campo eléctrico
		Hilo conductor
	Escalera	
	Escalera mecánica	
Características de los componentes y del sistema (Atributos)	La escalera mecánica necesita energía para funcionar	
	Si la escalera mecánica se detiene los alumnos dejan de circular	

Relaciones entre componentes y atributos (Nexos)	En ausencia del Jefe de Estudios los alumnos se mueven aleatoriamente, al azar, chocando unos con otros	
	Al bajar la temperatura los alumnos tienden a entumecerse y a ordenarse dentro del pasillo, situación que facilitará lograr un movimiento de conjunto ante la voz de mando del Jefe de Estudios	
	Cuanto mayor sea la longitud del pasillo mayor dificultad tendrán los alumnos para trasladarse a lo largo del mismo	

